

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра авіоніки

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Павлова С.В.

“ _____ ” _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ

“МАГІСТР”

Тема: « Система пожежогасіння літака Ан-148 »

Виконавець : Косяченко Віктор Миколайович

Керівник : доц. Краснов Володимир Миколайович

Нормоконтролер : Левківський Василь Васильович

Київ 2020

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту «Авіоніка літака АН – 148 – 100. Протипожежна система» має: 90 сторінок, 22 рисунки, 12 таблиць, 9 використаних джерел.

ПРОТИПОЖЕЖНА СИСТЕМА, ПОЖЕЖНИЙ КРАН, АСИНХРОННИЙ ТРИФАЗНИЙ ДВИГУН, ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО БОРТОВІЇ МЕРЕЖІ.

Об'єкт дослідження – протипожежний кран протипожежної системи літака АН – 148 – 100, предмет дослідження – можливість заміни базового електродвигуна постійного струму проектованим асинхронним трифазним електродвигуном.

Мета дипломного проекту – розрахунок трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором для його використання в пожежному крані протипожежної системи.

Встановлено, що застосування розрахованого електродвигуна підвищить надійність протипожежної системи, скоротить витрати часу і ресурсів на технічне обслуговування.

Матеріал дипломного проекту рекомендується використовувати при проведенні наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності фахівців з льотної та технічної експлуатації повітряних суден.

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1

ПРОТИПОЖЕЖНА СИСТЕМА ЛІТАКА АН – 148 – 100

1.1. Призначення та комплектність системи

1.2. Режими роботи ППС, управління системою і контроль

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ

ВИКОРИСТАННЯ ПРОЕКТОВАНОГО ДВИГУНА

2.1. Технічне обслуговування, що застосовується до трифазних асинхронних двигунів в процесі їх експлуатації

2.2. Обґрунтування доцільності використання проектного двигуна

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ДВИГУНА ПОЖЕЖНОГО КРАНА

3.1. Номінальні вихідні дані двигуна що розраховується

3.2. Вибір параметрів і електромагнітних навантажень, які визначають головні розміри двигуна

3.3. Розрахунок обмотки і пазів статора

3.4. Розрахунок обмотки і пазів ротора

3.5. Розрахунок магнітного ланцюга

3.6. Розрахунок активного та індуктивного опорів

3.7. Параметри короткого замикання та пускові характеристики

3.8. Визначення маси активних матеріалів і маси машини

3.9. Підсумки розрахунку двигуна

РОЗДІЛ 4

ПІДКЛЮЧЕННЯ ПОЖЕЖНОГО КРАНА

ДО БОРТОВОЇ МЕРЕЖІ

4.1. Принципова схема та її робота

4.2. Вибір комутаційної та захисної апаратури, розрахунок проводів електромережі

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів при технічній експлуатації системи пожежогасіння

5.2. Технічні заходи, що виключають або обмежують вплив на технічний персонал небезпечних або шкідливих виробничих факторів при експлуатації обладнання систем авіоніки

5.3. Інструкція з охорони праці під час експлуатації проєктованого об'єкту

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Аналіз екологічної безпеки об'єкту що проєктується

6.2. Розробка заходів, що підвищують екологічну безпеку проєктованого об'єкту

6.3. Визначення втрат навколишнього середовища, яких вдасться уникнути в результаті розробки

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АВСА - апаратура внутрішнього зв'язку

БГО - багажно-вантажні відсіки

БКУ-СПЗ - блок контролю і управління системи пожежного захисту

БПР - бортовий пристрій реєстрації

БСТО - бортова система технічного обслуговування

БУР - бортовий пристрій реєстрації

ДСУ - допоміжна силова установка

ІКВШП - інформаційний комплекс висотно-швидкісних параметрів

КИСС - комплексний індикатор систем і сигналізації

ККД - коефіцієнт корисної дії

КСЕІС - комплексна система електронної індикації та сигналізації

КСЕІС - комплексна система електронної індикації і сигналізації

ЛА - літальний апарат

МФІ - багатофункціональний індикатор

ППС - протипожежна система

ПС - повітряне судно

САС - система аварійної сигналізації

СПЗ - система пожежного захисту

СУЗЛО - система управління загально літаковим обладнанням

СУОСО - система управління загально літаковим устаткуванням

ВСТУП

На протязі останніх ста років авіабудування, як у світі, так в нашій країні, стрімко розвивалося. З примітивних, як на цей час, літальних апаратів літаки перетворилися на сучасні машини, які здатні долати великі відстані, перевозити велику кількість пасажирів і вантажів. Із збільшенням відстані польоту по маршруту збільшилися і висоти пролягання цих маршрутів, тому питання безпеки польотів зараз стоїть як ніколи гостро. Із розвитком літакобудування розвивалися і системи, які відповідають за безпеку польоту. Однією з таких систем є протипожежна система.

Система пожежогасінні в гондолах двигунів і у відсіку ВСУ забезпечує гасіння в автоматичному або ручному режимі пожежі у відсіках гондол двигунів, що захищаються, і ВСУ.

Система пожежогасінні складається з двох стаціонарних вогнегасників, встановлених під лівим і правим записинами крила з фюзеляжем в районі шпангоутів № 25-26, трубопроводів, форсунок і роспилювальних колекторів.

При пожежі у відсіках гондол двигунів і ВСУ вогнегасники спрацьовують в дві черги - поодиноці в кожній.

Для зменшення вірогідності виникнення пожежі і локалізації можливих вогнищ пожежі на літаку передбачені:

- раціональна компоновка агрегатів, систем і устаткування;
- застосування вогнестійких, вогне непроникних і самозатухаючих матеріалів;
- електропроводка до сигналізаторів пожежі в вогнебезпечних відсіках виконана з вогнестійких матеріалів;
- дренаж місць можливого скупчення горючих рідин;

– установка в паливних магістралях двигунів і ВСУ перекривних (пожежних) кранів;

-відділення вогнебезпечних відсіків від інших відсіків

протипожежними перегородками і екранами, виконаними з вогненепроникних матеріалів;

– ущільнення отворів, виконаних в протипожежних перегородках, прилеглими вогненепроникними окантовками і фланцями.

Система пожежної сигналізації літака включає систему сигналізації про пожежу, перегрів у відсіках гондол двигунів і пожежі у відсіку ВСУ, а також систему сигналізації про пожежу в багажно-вантажних відсіках і димі в туалетах, які призначені для виявлення пожежі у відсіках гондол двигунів і ВСУ (або перегріву у відсіках гондол двигунів), виявлення диму в багажно-вантажних відсіках (БГО) або в туалетах, сповіщення членів екіпажа про факт пожежі, перегріву або появи диму. У разі виявлення пожежі у відсіках гондол двигунів і відсіку ВСУ автоматично включається перша черга пожежогасінні.

Система сигналізації про пожежу у відсіках гондол двигунів і у відсіку ВСУ (див. 26-12-00) складається з лінійних пневматичних сигналізаторів пожежі/перегріву типу 801-TRSS, встановлених у відсіках гондол двигунів, сигналізаторів пожежі типу 801-DRSS, встановлених у відсіку ВСУ, і блоку БКУ-СПЗ. Система сигналізації про пожежу в БГО (див. 26-14-00) забезпечує сигналізацію про пожежу в багажно-вантажних відсіках або в туалетах. Чутливими елементами системи сигналізації про пожежу в БГО і димі в туалетах є сигналізатори диму.

Контроль за роботою систем пожежного захисту двигунів, ВСУ і підпільних БГО здійснюється блоком БКУ-СПЗ. Управління пожежогасіння здійснюється з відповідних щитків управління і індикації

"ВОГНЕГАСНИКИ" і "ВОГНЕГАСНИКИ БАГАЖНИХ ВІДСІКІВ – РУЧНЕ" встановлених на верхньому пульті пілотів. Також інформація про стан системи пожежного захисту літака видається через СУОСО на КИСС КСЕІС і кадр "СИСТ МФІ КСЕІС". Блок контролю і управління системи пожежного захисту взаємодіє з СУОСО, БСТО, БУР.

СУОСО на підставі інформації, отриманої від БКУ-СПЗ, і закладених програм функціонування, реалізує:

- формування команд видачі сигнальної інформації для КСЕІС;
- прийом інформації про справність (несправності) СПЗ в вбудованій системі контролю БКУ-СПЗ.

КСЕІС заотриманою інформацією забезпечує:

- висновок аварійних, застережливих, повідомляючих і статусних повідомлень на комплексний індикатор систем і сигналізації (КИСС) і багатофункціональний індикатор (МФІ);
- висновок рекомендацій по парированню аварійних і застережливих повідомлень на КИСС і МФІ;
- видачу звукового супроводу повідомлень в апаратуру внутрішнього зв'язку (АВСА).

БСТО на підставі інформації, отриманої від БКУ-СПЗ, і закладених програм функціонування забезпечує:

- видачу в апаратуру організації зв'язку у польоті інформації про відмови для передачі її на землю;
- видачу у вбудовану систему контролю (ВСК) БКУ-СПЗ службової інформації (дата, час і т. д.) і команд, по яких ВСК здійснює запам'ятовування про відмови і організовує інтерактивний режим своєї роботи.

БУРИ реєструє інформацію про пожежу у відсіках гондол двигунів, відсіку ВСУ і багажно-вантажних відсіках, перегріві у відсіках гондол двигунів, ручному включенні вогнегасників.

ППС планера – пожежне устаткування призначено для виявлення і ліквідації вогнищ пожежі у відсіках гондол двигунів, відсіку ВСУ і багажно-вантажних відсіках, виявлення перегріву у відсіках двигунів, диму в туалетах, а також для гасіння пожежі в кабінах літака. Сигналізатор пожежі-перегріву - призначений для контролю пожежної небезпеки при перегріві або пожежі у відсіках гондол двигунів.

ППС в відсіках гондол двигунів та відсіках ВСУ - призначена для виявлення на ВС місця пожежі в відсіках гондол двигунів, повідомлення членів екіпажу про наявність та місця пожежі. Сигналізація ППС в БГО та туалетах – призначена для виявлення на літаку пожежі в передньому та задньому підпільних БГО, задньому БГО, диму в туалетах, повідомлення членів екіпажу про факт та місце пожежі. Сигналізатор диму – призначений для видачі сигналу про появу по-жежі (диму) в багажно-вантажних відсіках та туалетах літака.

У дипломному проекті пропонується вдосконалити пожежні крани, а саме в якості двигуна електроприводу використати трифазний асинхронний двигун з живленням змінним струмом напругою 200 В, частотою 400 Гц, з короткозамкненим ротором, розрахунок якого приведено у третьому розділі проекту. Таке вдосконалення надасть ряд переваг порівняно з використанням базового двигуна постійного струму, а саме: невелика маса проводів; відсутність щіточно – колекторного вузлу, що полегшить і зменшить витрати на технічне обслуговування; підвищиться рівень надійності; збільшиться ресурс роботи агрегату; виключиться такий небезпечний фактор як іскріння. Крім того, майже нанівець зведеться вплив таких факторів як: чуттєвість до змін у навколишньому середовищі (вологість, температура, тиск); вплив прискорень і змін положення літака. Проектування електричної машини–комплексна задача, що вимагає від розробника глибоких знань як в області електромашинобудування так і в області використання електричних машин.

Авіаційні електричні машини принципово не відрізняються від аналогічних машин, які використовуються на землі, але внаслідок високого використання активних та конструктивних матеріалів вони мають порівняно невелику масу на одиницю потужності. Зменшення відносної маси бортових електричних машин при підвищених значеннях електричних, магнітних, теплових і механічних навантажень, а також збільшенні швидкості досягається за рахунок використання високоякісних магнітних, ізоляційних і конструктивних матеріалів, більш інтенсивного їх охолодження.

Специфіка умов роботи бортових електричних машин привела до того, що авіаційне електромашинобудування було виділене в самостійну область і потребує постійного вивчення і вдосконалення.

В сучасній літературі по розрахунку електричних машин загальнопромислового використання можна знайти не багато корисної інформації для побудови авіаційних електромашин. Матеріал, що викладається в дипломному проекті, побудований таким чином, щоб всюди, де це можливо його можна використати при розрахунку трифазних асинхронних двигунів, які використовуються на борту літаків цивільної авіації.

пожежного крану, як слідство, постає питання про зміну системи електроживлення даного агрегату, вибір захисної та комутаційної апаратури, що міститься у четвертому розділі проекту.

На літаках цивільної авіації дальніх і середніх магістральних повітряних ліній використовується головним чином система електроживлення трифазного змінного струму з $U_n = 200/115 \text{ В}$, $f = 400 \text{ Гц}$, тому що аналіз показав, що система електроживлення, в якій первинною є система змінного струму постійної частоти у зрівнянні з системою електроживлення постійного струму низької напруги, має кращі техніко-економічні і масові показники, та більш надійні показники

надійності. Розвиток систем електроживлення тісно пов'язаний з розвитком і вдосконаленням споживачів електричної енергії.

Надійність функціонування систем електроживлення і їх споживачів в значній мірі визначає безпеку польотів. Це зв'язано з тим, що практично ні один комплекс авіаційного, радіотехнічного та авіаційного обладнання не може працювати без електричної енергії. Тому основними вимогами, які пред'являються до систем електроживлення, є вимоги високої надійності, тобто система повинна виконувати задані функції, зберігаючи експлуатаційні показники у заданих межах, при заданих режимах та умовах експлуатації у проміжку часу який вимагається.

Із головних вимог витікають вимоги до міцності (механічної, електричної і термічної) елементів як систем живлення так і споживачів електричної енергії, допустимому впливу навколишнього середовища (температура, тиск і вологість); зручності і безпеці у використанні; безпеці у відношенні пожежі та вибуху; незалежності роботи від положення літака у просторі, швидкості і прискорення. Кількісна характеристика цих вимог визначена нормами льотної придатності літаків цивільної авіації.

Іншою важливою вимогою, яка пред'являється до обладнання літаків, являється вимога мінімальної ваги і габаритів.

Для елементів систем електроживлення і їх споживачів кількісна характеристика маси, зазвичай, виражається у вигляді приділених показників.

В дипломному проекті всім цим характеристикам приділено максимум уваги, як при проектуванні самого двигуна, так і при розрахунку системи електроживлення пожежного крана. Комутаційна і захисна апаратура, яку буде вибрано, відповідатиме усім критеріям надійності і безпеки.

РОЗДІЛ 1

ПРОТИПОЖЕЖНА СИСТЕМА ЛІТАКА АН – 148 – 100

1.1. Призначення та комплектність системи

Загальні відомості.

Пожежне устаткування призначено для виявлення і ліквідації пожежі у відсіках гондол двигунів, відсіку ВСУ і багажно-вантажних відсіках, виявлення перегріву у відсіках двигунів, диму в туалетах, а також для гасіння пожежі в кабінах літака.

Система пожежного захисту (СПЗ) літака включає:

- систему пожежного захисту двигунів і ВСУ;
- систему пожежного захисту багажно-вантажних відсіків і туалетів ;переносні ручні вогнегасники.

СПЗ двигунів і ВСУ включає:

- систему сигналізації про пожежу і перегрів у відсіках двигунів і пожежу у відсіку ВСУ;
- систему пожежогасінні у відсіках двигунів і у відсіку ВСУ.

СПЗ багажно-вантажних відсіків (БГО) і туалетів включає:

- систему сигналізації пожежі в багажно-вантажних відсіках і диму в туалетах;
- систему пожежогасінні в підпільних багажно-вантажних відсіках;
- вогнегасники туалетів.

					НАЗВАНІЕ ДОКУМЕНТА			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ф.И.О.			Название работы	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ф.И.О.					12	97
Реценз.		Ф.И.О.				Организация		
Н. Контр.		Ф.И.О.						
Утверд.		Ф.И.О.						

Система пожежного захисту літака забезпечує:

- сигналізацію про місце виникнення пожежі, перегріву і диму;
- видачу інформації про пожежу, перегрів і дим в систему управління
- автоматичне включення вогнегасника першої черги двигунів і ВСУ;
- ручне включення вогнегасників першої і другої черг пожежогасіння в гондолах двигунів, відсіку ВСУ і підпільному БГО;
- автоматичний контроль справності СПЗ;
- тестовий контроль справності СПЗ на землі перед польотом;
- видачу інформації про відмови систем пожежної сигналізації в СУОСО;
- видачу інформацію про відмови СПЗ в бортову систему технічного обслуговування (БСТО).

Опис системи.

Червоні сигнальні диски, встановлені по лівому і правому бортах в районі шпангоута № 26 призначені для сигналізації саморозрядки вогнегасників. Відсутність диска свідчить про саморозрядку вогнегасника, встановленого в цій записині. Додатково в правій записині крила з фюзеляжем між шпангоутами № 26-27 встановлений вогнегасник третьої черги пожежогасінні в гондолах двигунів. Система пожежогасінні підпільних БГО забезпечує гасіння в ручному режимі пожежі в передніх і задніх підпільних БГО. Система пожежогасінні БГО складається з двох стаціонарних вогнегасників, встановлених в лівому обтічнику шасі в районі шпангоутів № 27-29, трубопроводів і форсунок, що підводять.

При пожежі в підпільних БГО вогнегасники включаються в дві черги – подинці в кожній. Червоний сигнальний диск, встановлений на обшивці лівого обтічника шасі в районі шпангоута № 28, призначений для сигналізації саморозрядки вогнегасників. Відсутність диска свідчить про саморозрядку одного з вогнегасників.

1.2. Режими роботи ППС, управління системою і контроль

Робота ППС планера.

В режимі "РОБОТА":

- приймає сигнали пожежі, перегріву і відмов від лінійних пневматичних сигналізаторів пожежі/перегріву;
- приймає сигнали пожежі (диму) і відмов від сигналізаторів диму;
- приймає сигнали спрацьовування піропатронів і сигналізаторів мінімального тиску вогнегасників;
- приймає від щитків СПЗ сигнали на ручне включення вогнегасників;
- розмножує сигнали про пожежу, перегрів і дим і видає їх у вигляді постійного струму напругою 27 В в БУР, на щитки СПЗ, на пульти бортпроводників і в кодовому вигляді в СУОСО;
- видає сигнали постійного струму на спрацьовування піропатронів вогнегасників;
- видає на щитки СПЗ через блоки системи аварійної сигналізації(САС)сигнали постійного струму напругою 27 В про розрядку вогнегасників;
- видає в СУОСО сигнали відмови систем пожежної сигналізації(СПС) двигунів, ВСУ і багажно-вантажних відсіків (БГО);
- видає в БУРИ у вигляді постійного струму напругою 27 В сигнали пожежі, перегріву, диму і ручного включення вогнегасників з щитків СПЗ і сигнали включення піропатронів вогнегасників;

- приймає службову інформацію від БСТО в автоматичному режимі;
- записує в енергозалежне те, що запам'ятовує пристрій (ЕЗУ) інформацію про відмови і передає її в БСТО в автоматичному режимі.

У всіх режимах роботи і контролю БКУ-СПЗ здійснює постійний автоматизований контроль справність змінних одиниць СПЗ і обробку сигналів, що поступають від сигналізаторів пожежі-перегріву у відсіках вогнегасників.двигунів і ВСУ, сигналізаторів диму і сигналізаторів мінімального тиску.

Функціональну схему системи пожежного захисту відсіків двигуна і ВСУ приведено на (рис. 1.1).

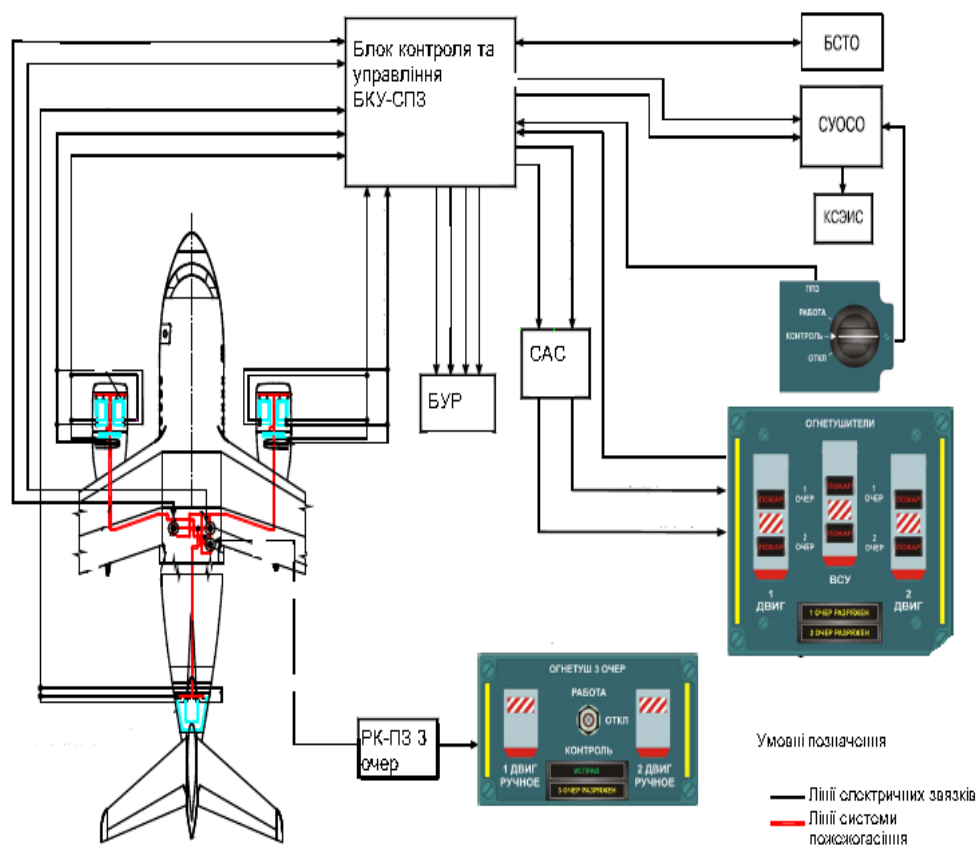


Рис. 1.1. Функціональна схема системи пожежного захисту відсіків двигуна і ВСУ.

Вибір режиму БКУ-СПЗ встановлюється головним перемикачем з трьома положеннями

- "РОБОТА";
- "ОТКЛ";
- "КОНТРОЛЬ".

Основні дані розглянемо в табл 1.1.

Табл. 1.1. Основні дані системи пожежного захисту

Число контрольованих каналів пожежі/перегріву	5
Число контрольованих сигналізаторів диму	9
Число контрольованих ланцюгів пиропатронів	20
Число контрольованих сигналізаторів тиску	4
Напруга живлення	18-33В
Маса БКУ-СПЗ	не більше 3,5 кг

БКУ-СПЗ встановлений під підлогою на стелажі "ОСО" по правому борту між шпангоутами № 22, 23.

Функціональна схема системи пожежного захисту багажно-вантажних відсіків та туалетів приведено на (рис. 1.2).

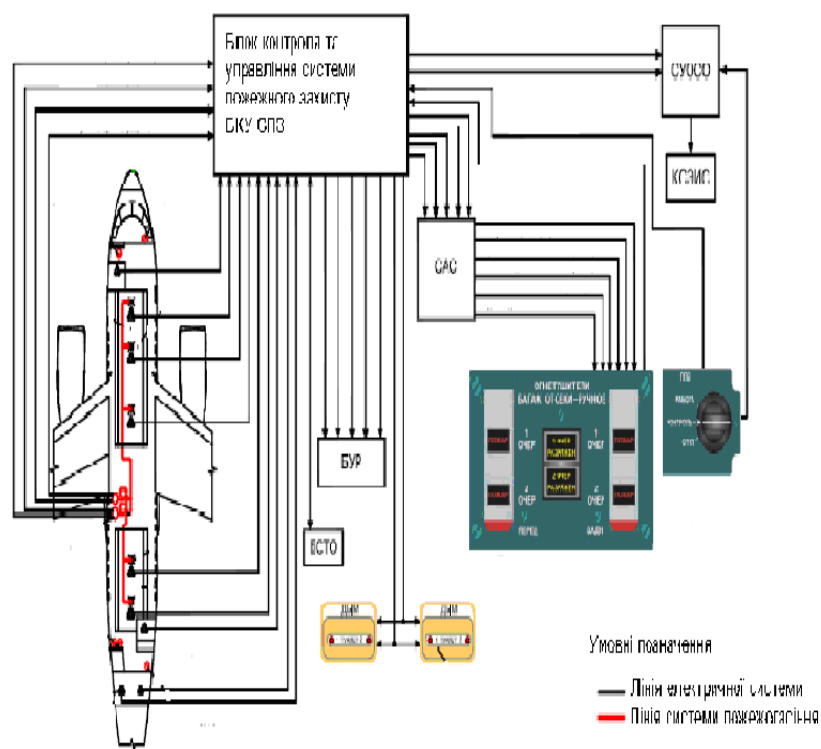


Рис. 1.2. Функціональна схема системи пожежного захисту багажно-вантажних відсіків та туалетів.

Для прикладу розглянемо випадок ліквідації пожежі в гондолі двигуна (рис.1.3). При виникненні пожежі і спрацьовуванні сигналізаторів пожежі-перегріву в двох каналах сигнал від них надходить в блок контролю і управління системи пожежного захисту (БКУ-СПЗ). У випадку якщо один канал сигналізаторів пожежі-перегріву у відсіку двигуна відмовив, БКУ-СПЗ переходить на режим роботи по одному каналу. БКУ-СПЗ видає інформацію про пожежу в СУОСО і в БУР а також сигналізує місце пожежі на щитку "ВОГНЕГАСНИКИ" СПЗ – спалахують кнопки-табло першої черги пожежогасіння. СУОСО видає сигнал КСЕІС на видачу інформації про пожежу на екрани.

По сигналу БКУ-СПЗ спрацьовують пиропатрони вогнегасника першої черги. Відбувається розрядка вогнегасника у відсік гондоли двигуна. БКУ-СПЗ контролює розрядку вогнегасників, видає інформацію про це на щиток "ВОГНЕГАСНИКИ" СПЗ і в СУОСО. Якщо пожежа ліквідована – БКУ-СПЗ через СУОСО видає інформацію про це в КСЕІС, якщо пожежа не згашена вогнегасником першої черги БКУ-СПЗ через СУОСО видає в КСЕІС інформацію про необхідність ручного включення другої черги пожежогасіння і видає сигнал на включення кнопки-табло другої черги.

Ліквідація пожежі в підпільних БГО аналогічна ліквідації пожежі в двигуні. Відмінність полягає у відсутності автоматичного включення першої черги пожежогасіння. Для спрацьовування пиропатронів вогнегасників необхідно натискувати відповідну кнопку-табло.

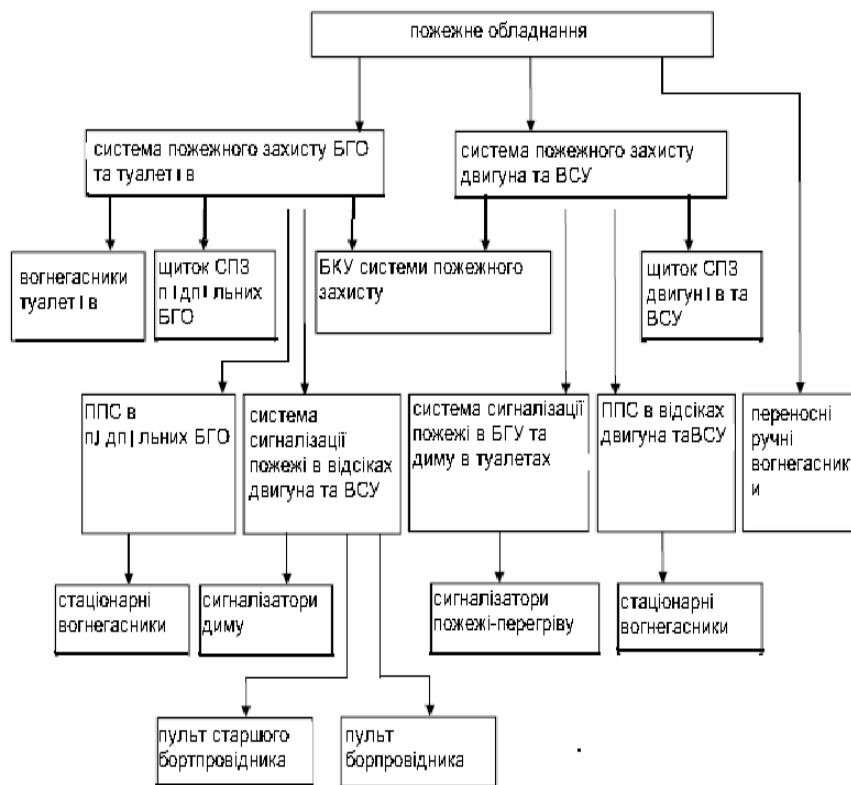


Рис. 1.3. Структурна схема ППС планера

Контроль ППС планера.

Блок контролю і управління системи пожежного захисту (БКУ-СПЗ) виконує наступні функції:

- по сигналу з головного перемикача проводить тестовий контроль функціонування системи пожежного захисту;
- при тестовому контролі видає сигнали на щитки СПЗ, в бортовий пристрій реєстрації (БУР) в СУОСО і на пульти бортпровідників;
- формує і видає сигнал "СПЗ не ВКЛЮЧЕНА" в СУОСО;
- за наслідками контролю справності змінних одиниць СПЗ формує сигнал "СПЗ СПРАВНА" або "СПЗ не СПРАВНА" для СУОСО;
- забезпечує контроль справності ланцюгів ручного управління вогнегасниками від кнопок-табло на щитках СПЗ.
- взаємодіє з БСТО в інтерактивному режимі.

Контроль за роботою систем пожежного захисту двигунів, ВСУ і підпільних БГО здійснюється блоком БКУ-СПЗ. Управління пожежогасінню здійснюється з відповідних щитків управління і індикації "ВОГНЕГАСНИКИ" і "ВОГНЕГАСНИКИ БАГАЖ ВІДСІКИ – РУЧНЕ" встановлених на верхньому пульти пілотів. Також інформація про стан системи пожежного захисту літака видається через СУОСО на КИСС КСЕІС і кадр "СИСТ МФІ КСЕІС".

Блок контролю і управління системи пожежного захисту взаємодіє з СУОСО, БСТО, БУР.

СУОСО на підставі інформації, отриманої від БКУ-СПЗ, і закладених програм функціонування, реалізує:

- формування команд видачі сигнальної інформації для КСЕІС;

-

- прийом інформації про справність (несправності) СПЗ від вбудованої системи контролю БКУ-СПЗ.

КСЕІС за отриманою інформацією забезпечує:

- висновок аварійних, застережливих, повідомляючих і статусних повідомлень на комплексний індикатор систем і сигналізації ;
- (КИСС) і багатофункціональний індикатор (МФІ);
- висновок рекомендацій по парюванню аварійних і застережливих повідомлень на КИСС і МФІ;
- видачу звукового супроводу повідомлень в апаратуру внутрішнього зв'язку (АВСА).

БСТО на підставі інформації, отриманої від БКУ-СПЗ, і закладених програм функціонування забезпечує:

- видачу в апаратуру організації зв'язку у польоті інформації про відмови для передачі її на землю;
- видачу у вбудовану систему контролю (ВСК) БКУ-СПЗ ;
- службової інформації (дата, час і т. д.) і команд, по яких ВСК здійснює запам'ятовування про відмови і організовує інтерактивний режим своєї роботи.

БУРИ реєструє інформацію про пожежу у відсіках гондол двигунів, відсіку ВСУ і багажно-вантажних відсіках, перегріві у відсіках гондол двигунів, ручному включенні вогнегасників.

Органи управління і контролю системи пожежогасіння показані на (рис. 1.4).

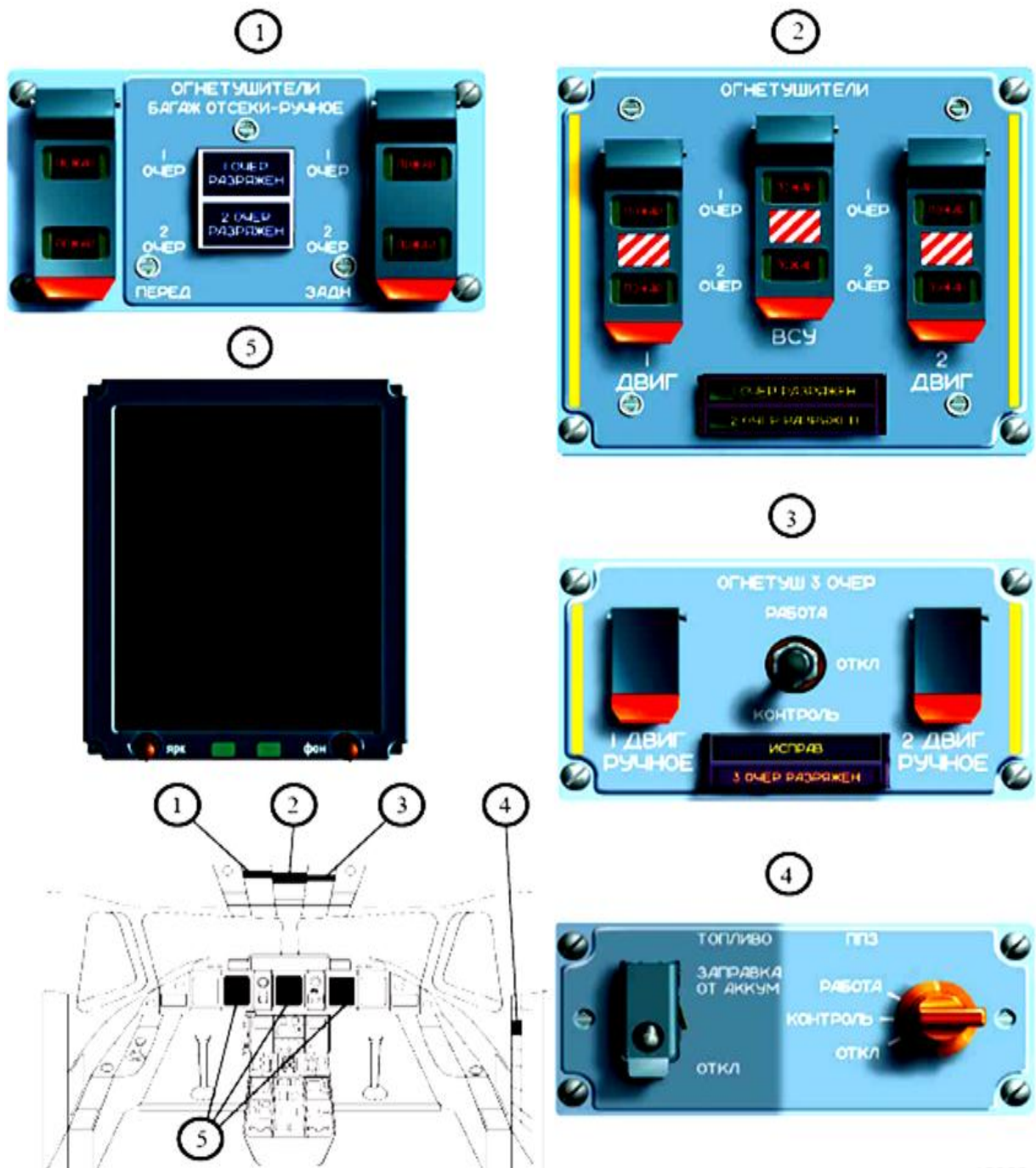


Рис 1.4. Органи управління і контролю системи пожежогасіння

1. Щиток "ВОГНЕГАСНИКИ – БАГАЖ ВІДСІКИ РУЧНЕ";
2. Щиток "ВОГНЕГАСНИКИ"; 3. Щиток "ОГНЕТУШ 3 ОЧЕР";
4. Щиток ППЗ; 5. Панель екранних індикаторів.

Сигналізатор пожежі-перегріву типу призначений для контролю пожежної небезпеки при перегріві або пожежі у відсіках гондол двигунів зображених на рис 1.5.

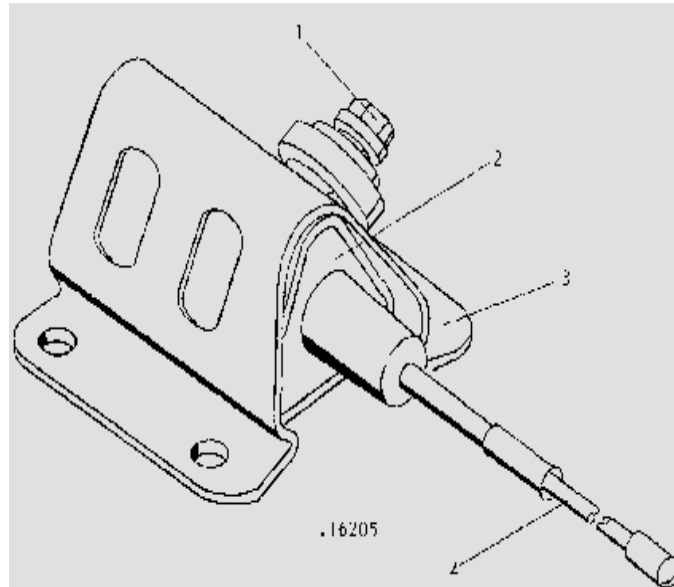


Рис. 1.5. Сигналізатор пожежі-перегріву типу 801-TRSS.

Принцип роботи датчика оснований на зміні тиску всередині сигналізатора при зміні температури в місці його розміщення. При підвищенні температури вище встановлених критичних значень, гелій що знаходиться в середині трубки починає розширюватись що призводить до замикання контактів сигналізації перегріву, а якщо температура продовжує підвищуватись замикається перемикач сигналізатора пожежі.

Основні дані розглянемо в табл 1.2

Температура сигналізації пожежі, С	300±32
Температура сигналізації перегріву, С	180±12
Дискретна температура пожежі, С	538
Нормальний опір, Ом	5921±266
Маса, кг	0,230

Сигналізатор пожежі-перегріву типу 801-TRSS призначений для контролю пожежної небезпеки при пожежі в відсіку ВСУ.

Основні дані розглянемо в (табл 1.3).

Температура сигналізації пожежі, С	220±14
Дискретна температура пожежі, С	427
Нормальний опір, Ом	2985±134
Маса, кг	0,190

Сигналізація диму в сигналізаторі- оптична, заснована на реєстрації інфрачервоного випромінювання, відбитого від частинок диму. Основні дані розглянемо в табл 1.4.

Табл. 1.4. Основні дані сигналізатора диму

Напруга струму	18-36В
Споживаючий струм	не більше 0,1А
Температура сигналізації пожежі, С	110
Діапазон вимірювання задимленості	0-30%
Похибка спрацювання на задимленість	не більше 3хв
Час знаходження системи при задимленості 50%	не більше 1хв
Час відновлення після перегрузки	не більше 1хв
Час готовності до роботи після подачі струму	не більше 10с

До пожежного обладнання входять:

- а) система пожежного захисту двигуна та ВСУ;
- б) система пожежного захисту БГО;
- в) вогнегасники 2 черги гасіння у відсіках ВСУ;
- г) вогнегасники 1 та 2 черги пожежогасіння в БГО;
- д) вогнегасник 1 черги пожежогасіння.

Докладніше монтажну схему розглянемо на рис. 1.6.

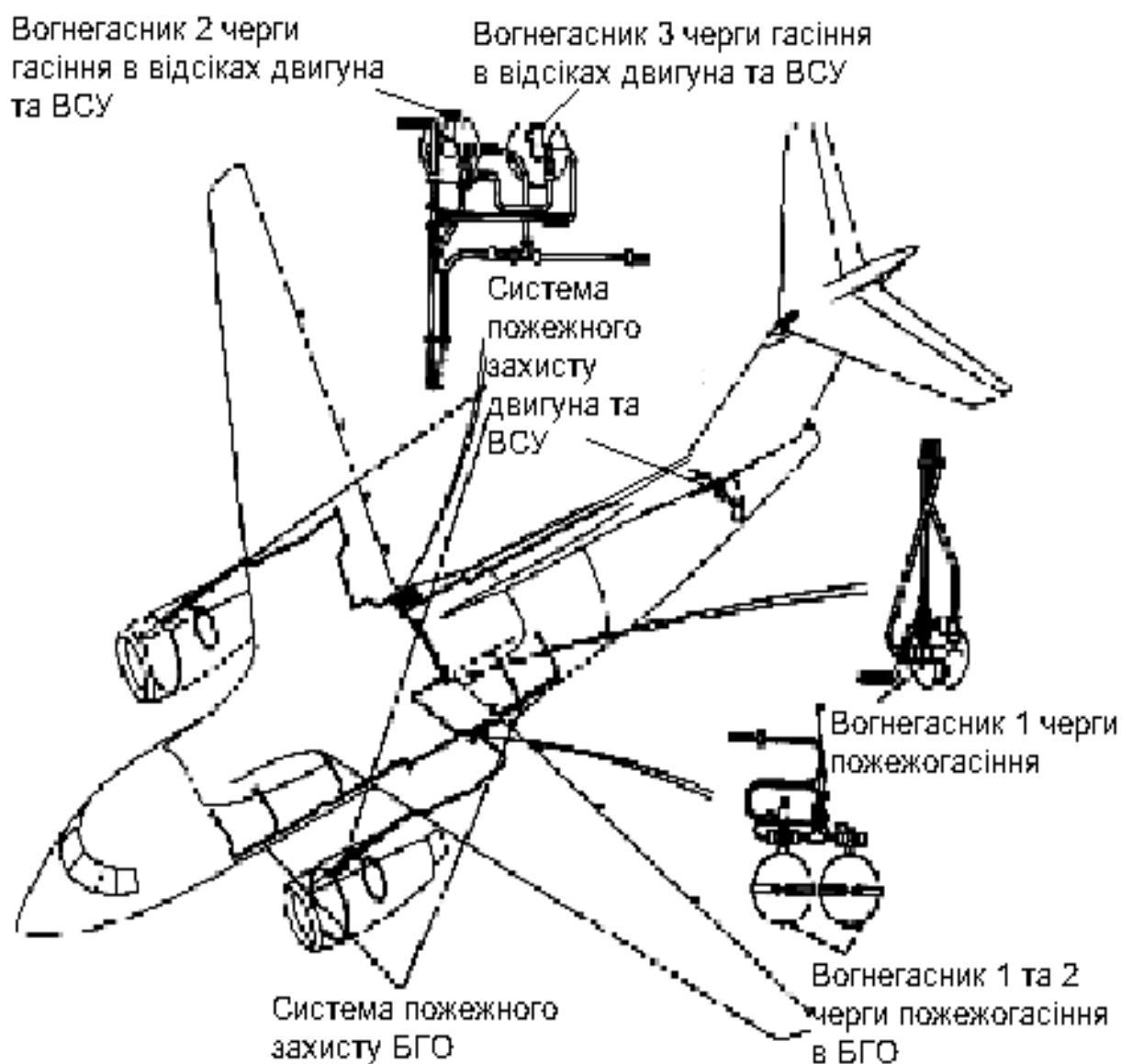


Рис. 1.6. Монтажна схема пожежного обладнання АН -148-100

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЕКТОВАНОГО ДВИГУНА

2.1. Технічне обслуговування, що застосовується до трифазних асинхронних двигунів в процесі їх експлуатації

Експлуатація авіаційного обладнання, а саме технічне обслуговування, що до нього застосовується, в тому числі і до трифазних асинхронних двигунів, складається з ряду заходів, направлених на збереження необхідного рівня надійності та підтримку готовності авіаційного обладнання, яка вимагається до використання в заданих умовах експлуатації.

Основними керівними технічними документами є:

- регламент технічного обслуговування типу ПС;
- керівництво по технічній експлуатації типу ПС;
- технологічні вказівки по виконанню регламентних робіт на ПС;
- керівництва по технічній експлуатації (технічні описи та інструкції по експлуатації) приладів, систем, вузлів та агрегатів, що входять до складу ПС;
- бюлетені по доробкам ПС та їх устаткуванню, що видаються розробниками та виробниками ПС;
- циркулярні вказівки інженерної служби відомства цивільної авіації по питаннях експлуатації ПС та їх обладнання.

					НАЗВАННЯ ДОКУМЕНТА			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ф.И.О.			Название работы	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ф.И.О.					26	97
Реценз.		Ф.И.О.				Организация		
Н. Контр.		Ф.И.О.						
Утверд.		Ф.И.О.						

В регламентах вказується вид та зміст робіт, особи, що здійснюють контроль виконуваних робіт, форми технічного обслуговування, додаткові вказівки, номери випусків технологічних вказівок та номери технологічних карт, розміщених в технологічних вказівках або в керівництві по технічній експлуатації

В даному дипломному проекті пропонується замінити базовий двигун з живленням постійним струмом напругою 27 В, потужністю 80 Вт, частотою обертання 7800 об/хв., який виконує функції двигуна електроприводу пожежному крані подачі палива до двигунів в протипожежній системі літака АН – 148 – 100, на трифазний асинхронний двигун із живленням змінним струмом напругою $U_n = 200$ В, частотою $f = 400$ Гц, з короткозамкненим ротором.

При виконанні ТО трифазних асинхронних двигунів зазвичай виконують такі види робіт:

- перевірку цілісності корпусу двигуна;
- перевірку цілісності ізоляції;
- надійність кріплення двигуна до несучої конструкції;
- надійність кріплення проводів та штепсельних роз'ємів по яким надходить живлення і управляючі сигнали.

Виконання таких робіт не потребує значних матеріальних затрат і використання значних людських ресурсів. Цей фактор є однією з переваг використання трифазних асинхронних двигунів порівняно з двигунами постійного струму, де постійно, при виконанні ТО, необхідно перевіряти довжину струмопідводячих графітних щіток, проводити їх притирку у випадку заміни, перевіряти справність механізму кріплення щіток і самого колектору.

2.2. Обґрунтування доцільності використання проектованого двигуна

У літаку АН – 148 – 100, в процесі його розробки і виробництва, було зібрано останні досягнення науково-технічного прогресу у літакобудуванні. Цей транспортний засіб відповідає усім європейським нормам що до безпеки польотів, комфортабельності, екологічних і економічних норм.

Системи, які відповідають за безпеку польоту на цьому літаку, є досконалими, як на теперішній час, і здавалося б їх надійність та економічність не підлягають сумніву, але-це не так. Вимоги які пред'являються до таких систем постійно зростають і тому їх вдосконалення є актуальним зараз і в майбутньому.

Однією із таких систем на літаку АН – 148 – 100 є протипожежна система яка призначена для виявлення і ліквідації пожежі у відсіках гондол двигунів, відсіку ВСУ і багажно-вантажних відсіках, виявлення перегріву у відсіках двигунів, диму в туалетах, а також для гасіння пожежі в кабінах літака.

В якості двигуна електроприводу пожежного крана використовується двигун постійного струму напругою 27 В, що має ряд недоліків як і інші двигуни такого типу, а саме:

- порівняно невеликий рівень надійності;
- завелику масу проводів по яким надходять управляючі сигнали та живлення;
- збільшений рівень трудоемкості і матеріальних затрат при технічному обслуговуванні, що обумовлено наявністю в конструкції щіточно-колекторного вузла;
- зменшений ресурс роботи;
- чуттєвість до змін у навколишньому середовищі (вологість, температура, тиск).

Усіх цих недоліків можна уникнути і навіть збільшити рівень надійності, зменшити масу проводів майже у п'ять разів і самого електроприводу, зменшити рівень трудоемкості і матеріальних затрат при ТО, збільшити ресурс роботи і зробити майже не значним вплив навколишнього середовища, а крім того уникнути впливу прискорень і зміни положень літака.

Всього цього можна досягти якщо замість базового електроприводу використати трифазний асинхронний двигун з живленням змінним струмом напругою $U_n = 200$ В, частотою $f = 400$ Гц.

В даному дипломному проєкті проведено розрахунок такого трифазного асинхронного двигуна який буде відповідати всім технічним нормам і вимогам які пред'являються до електричних машин в авіаційній промисловості і може бути використаний в якості двигуна електроприводу пожежного крана протипожежної системи літака АН – 148 – 100. Взаємодію елементів пожежного крана з використанням двигуна, що проєктується приведено на функціональній схемі (рис. 2.1.).

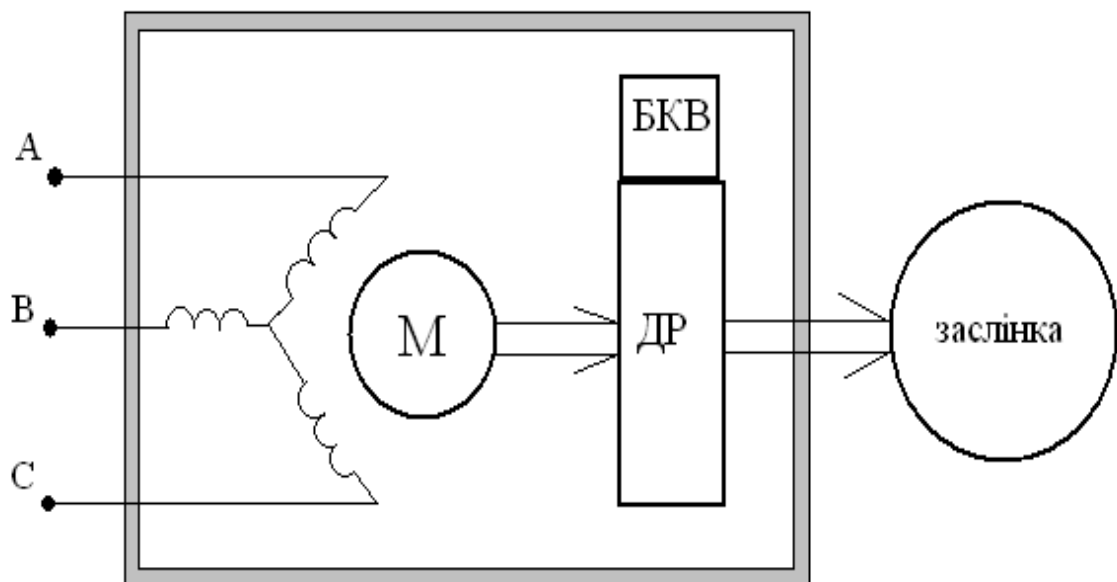


Рис. 2.1. Функціональна схема пожежного крана з двигуном що проєктується (М –двигун; ДР –диференційний редуктор; БКВ –блок кінцевих вимикачів.)

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ДВИГУНА ПОЖЕЖНОГО КРАНА

3.1.Номинальні вихідні дані двигуна що розраховується

Перед початком розрахунку проектованого трифазного асинхронного електродвигуна необхідно мати номінальні вихідні дані, які задоволь-няють технічним вимогам (табл.3.1).

					НАЗВАНІЕ ДОКУМЕНТА			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ф.И.О.			Название работы	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ф.И.О.					30	97
Реценз.		Ф.И.О.				Организация		
Н. Контр.		Ф.И.О.						
Утверд.		Ф.И.О.						

Табл.3.1 Вихідні дані

Потужність на валу P_n	100 Вт
Напруга (лінійна) U_n	200 В
Частота струму f_n	400 Гц
Синхронна частота обертання n_c	7800 об/хв
Число фаз m_1	3
Сопряжіння фаз	Y
Кратність пускового моменту m_k	2 – 3
Кратність максимального моменту m_{max}	2,5 – 3,5
Кратність пускового струму i_k	≤ 7
Режим роботи	повторно-короткочасний
Висотність H	≤ 12 км
Навколишня температура $t_{окр}$	333 – 213 К
Спосіб охолодження	само вентиляція
Тип двигуна	3 короткозамкненим ротором
Виконання	закрите
Кількість пар полюсів p	4
Сковзання при номінальному навантаженні S_n	0,04

3.2. Вибір параметрів і електромагнітних навантажень, які визначають головні розміри двигуна

Відносна ЕРС $E^* = 0,85$, визначається по кривій (рис. 3.1.).

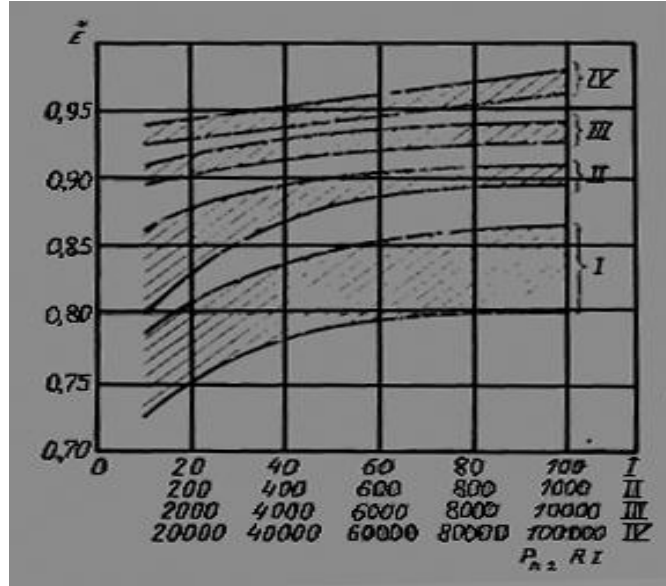


Рис. 3.1. Криві для визначення відносної ЕРС

Коефіцієнт корисної дії $\eta_n = 0,65$, визначається по кривій (рис. 3.2.).

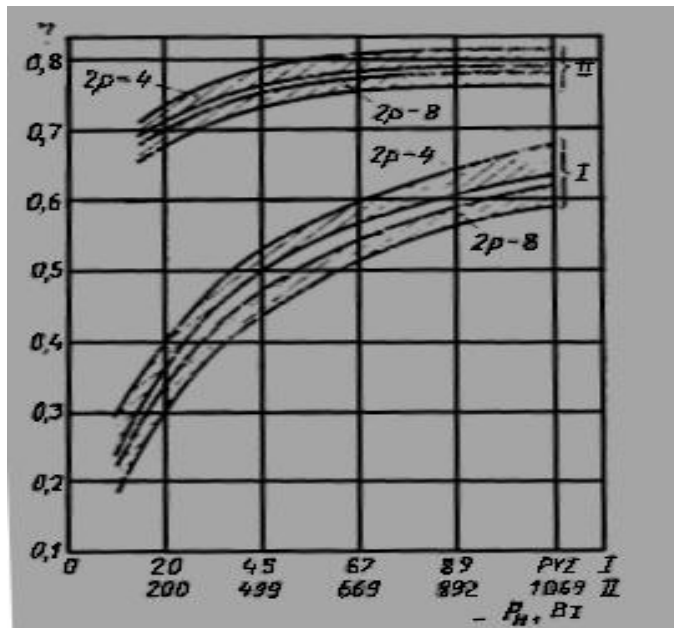


Рис. 3.2. Криві для визначення ККД

Коефіцієнт потужності $\cos \varphi_H = 0,65$ визначається по кривій (рис. 3.3.).

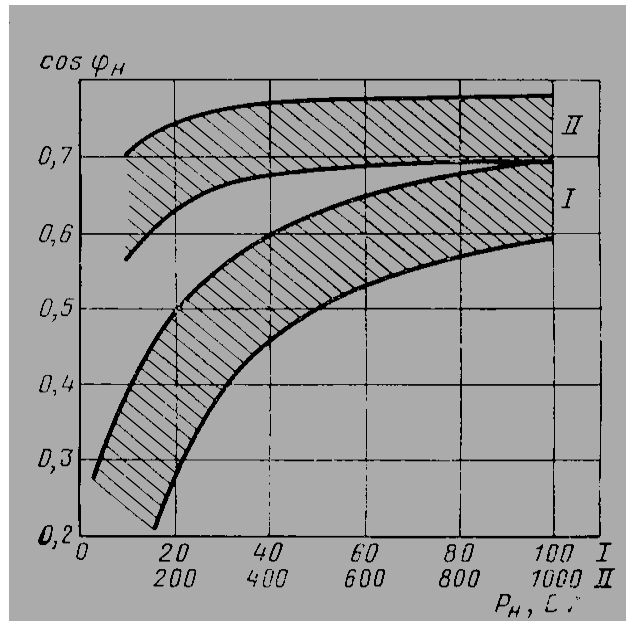


Рис. 3.3. Криві для визначення коефіцієнта потужності

Коефіцієнт обмотки статора K_{0I} залежить від типу та способу виконання обмотки і орієнтовно приймається для діаметральних обмоток рівним 0,96.

Коефіцієнт форми поля $K_\phi = 1,1$ визначається по кривій (рис. 3.4.).

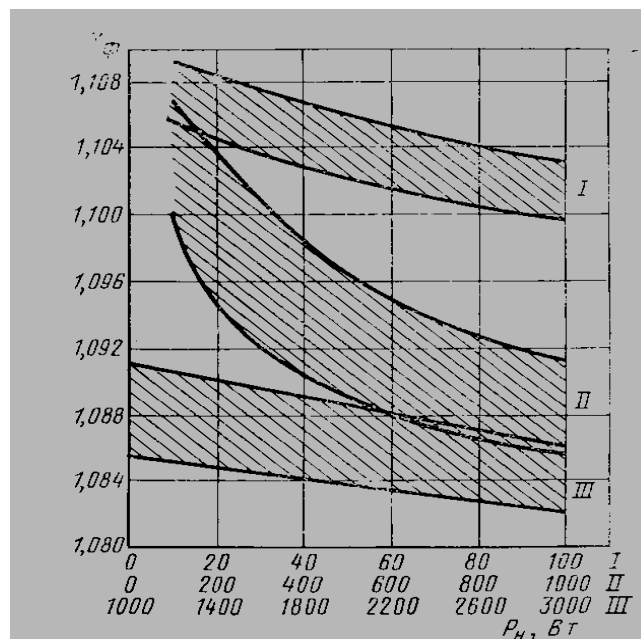


Рис. 3.4. Криві для визначення коефіцієнта форми поля

Коефіцієнт полюсного перекриття $\alpha_i = 0,65$, визначається по кривій (рис.3.5.).

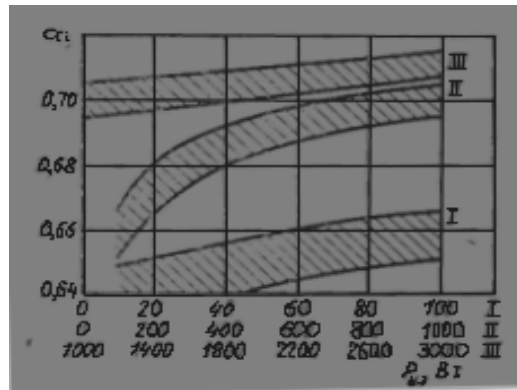


Рис. 3.5. Залежність коефіцієнта полюсного перекриття від потужності двигуна

Лінійне навантаження $A = 150$ А/см, визначається по кривій (рис. 3.6.).

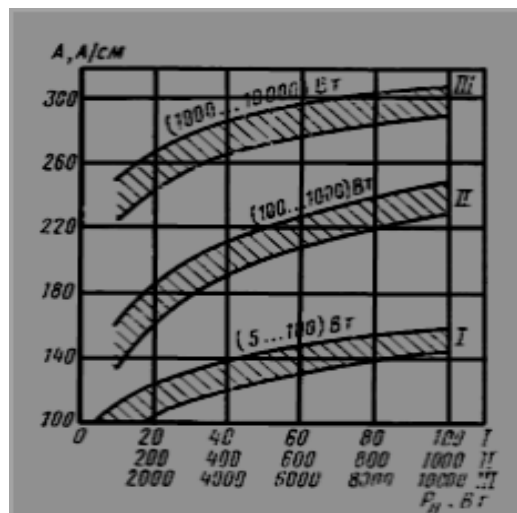


Рис.3.6.Залежність $A = f(P_n)$ асинхронних машин повторно-короткестрокового режиму роботи

Визначимо розрахункову потужність двигуна P_p за формулою:

$$P_p = \frac{P_n E^*}{\eta_n \cos \varphi_n},$$

Де - P_n - потужність на валу;

E^* - відносна ЕРС;

η_n - ККД;

$\cos \varphi_n$ - коефіцієнт потужності.

$$P_p = \frac{100 \cdot 0,85}{0,65 \cdot 0,65} = 200 \text{ (ВА)}$$

Магнітна індукція у повітряному зазорі $B_\delta = 0,4$ Тл, визначається по кривій (рис. 3.7).

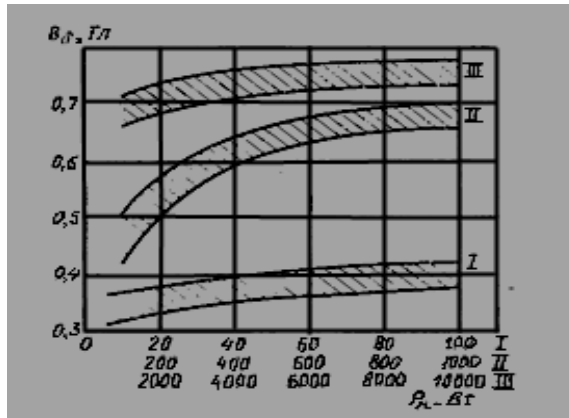


Рис. 3.7. Криві для визначення магнітної індукції у повітряному зазорі асинхронних машин при повторно- короткостроковому режимі роботи

Визначимо коефіцієнт використання двигуна σ за формулою (рис.3.7):

$$\sigma = 1,6 \cdot K_{01} \cdot K_\phi \cdot \alpha_i \cdot A \cdot B_\delta \cdot 10^{-5}$$

Де - K_{01} - коефіцієнт обмотки статора;

K_ϕ - коефіцієнт форми поля;

α_i - коефіцієнт полюсного перекриття;

A - лінійне навантаження;

B_δ - магнітна індукція у повітряному зазорі.

$$\sigma = 1,65 \cdot 0,96 \cdot 1,1 \cdot 0,65 \cdot 150 \cdot 0,4 \cdot 10^{-5} = 0,68 \cdot 10^{-3} \text{ (кг / см}^2\text{)}.$$

Визначимо конструктивний коефіцієнт λ за формулою: $\lambda = 1,6 \cdot p^{-2/3}$

Де - p – кількість пар полюсів; $\lambda = 1,6 \cdot 4^{-2/3} \approx 1$.

Визначимо внутрішній діаметр статора D за формулою:

$$D = \sqrt[3]{\frac{P_p}{\sigma \times \lambda \cdot n_c}}$$

Де - P_p – розрахункова потужність двигуна;

σ – коефіцієнт використання двигуна;

λ – конструктивний коефіцієнт;

n_c – синхронна частота обертання.

$$D = \sqrt[3]{\frac{200}{0,68 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 7800}} = 3,35(\text{см})$$

Визначимо довжину пакету статора L за формулою:

$$L = \lambda * D ,$$

Де - λ – конструктивний коефіцієнт;

D – внутрішній діаметр пакету статора.

$$L = 1 * 3,35 = 3,35(\text{см}) .$$

Величина повітряного зазору приблизно визначається по емпіричній формулі:

$$\delta \geq 0,015 + \frac{D}{1000} = 0,015 + \frac{3,35}{1000} = 0,018(\text{см}) .$$

Визначимо діаметр ротора D_2 за формулою:

$$D_2 = D - 2\delta ;$$

Де - D – внутрішній діаметр пакету статора;

δ – величина повітряного зазору.

$$D_2 = 3,35 - 2 * 0,018 = 3,314(\text{см}) .$$

Визначимо зовнішній діаметр двигуна D_n за формулою:

$$D_n \approx K_D * D ;$$

Де - коефіцієнт $K_D = 1,4$ який визначаємо по кривій (рис. 3.8.);

D – внутрішній діаметр пакету статора.

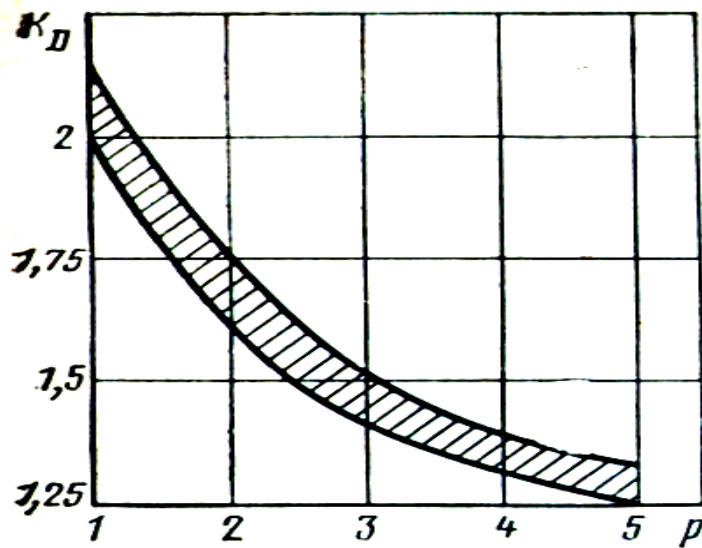


Рис. 3.8. Залежність коефіцієнта зовнішнього діаметра машини від кількості пар полюсів

$$D_n = 1,4 * 3,35 = 4,7(\text{см})$$

Визначимо полюсне ділення τ за формулою:

$$\tau = \frac{\pi D}{p}$$

Де - D – внутрішній діаметр пакету статора;

p – кількість пар полюсів.

$$\tau = \frac{3,14 * 3,35}{4} = 2,6(\text{см})$$

Визначимо окружну швидкість ротора V за формулою:

$$V = \frac{\pi D_2 n_c (1 - S_n)}{100 * 60}$$

Де - D_2 – діаметр ротора;

n_c – синхронна частота обертання;

S_n – сковзання при номінальному навантаженні.

$$V = \frac{3,14 * 3,314 * 7800 (1 - 0,04)}{6000} = 13(\text{м/с})$$

3.3. Розрахунок обмотки і пазів статора

Вибираємо одношарову двоплощівну порівняно секційну обмотку.

Число пазів на полюс і фазу статора $q_1 = 2$.

Визначимо число пазів статора z_1 за формулою:

$$z_1 = p m_1 q_1,$$

Де - p – кількість пар полюсів;

m_1 – кількість фаз;

q_1 – число пазів на полюс.

$$z_1 = 4 * 3 * 2 = 24.$$

Визначимо полюсне ділення τ_{z1} за формулою:

$$\tau_{z1} = m_1 q_1,$$

Де - m_1 – кількість фаз;

q_1 – число пазів на полюс.

$$\tau_{z1} = 3 * 2 = 6.$$

Визначимо крок обмотки статора по пазам y_{z1} за формулою:

$$y_{z1} = 0,8 * \tau_{z1},$$

Де - τ_{z1} - полюсне ділення.

$$y_{z1} = 0,8 * 6 = 5.$$

Визначимо магнітний потік полюсу Φ за формулою:

$$\Phi = B_\delta L \tau \alpha_i * 10^{-4},$$

Де - B_δ - магнітна індукція у повітряному зазорі;

L – довжина пакету статора;

τ - полюсне ділення;

α_i - коефіцієнт полюсного перекриття.

$$\Phi = 0,4 * 3,35 * 2,6 * 0,65 * 10^{-4} = 2,3 * 10^{-4} \text{ (Вб)}.$$

Визначимо номінальну фазову напругу $U_{н.ф.}$ за формулою:

$$U_{н.ф.} = \frac{U_{л.}}{\sqrt{3}},$$

Де - $U_{л.}$ – лінійна напруга.

$$U_{н.ф.} = \frac{200}{\sqrt{3}} = 115,5(B).$$

Визначимо кількість послідовно з'єднаних витків однієї фази статора w_1 за формулою:

$$w_1 = \frac{U_{н.ф.} E^*}{4K_{\phi} K_{01} f_n \Phi},$$

Де - $U_{н.ф.}$ - номінальна фазова напруга;

K_{01} - коефіцієнт обмотки статора;

K_{ϕ} - коефіцієнт форми поля;

E^* - відносна ЕРС;

f_n - частота струму;

Φ - магнітний потік полюсу.

$$w_1 = \frac{115,5 * 0,85 * 10^4}{4 * 1,1 * 0,96 * 400 * 2,3} = 253$$

Визначимо номінальний струм фази статора $I_{н1}$ за формулою:

$$I_{н1} = \frac{P_n}{m_1 U_{н.ф.} \eta \cos \varphi_n},$$

Де - P_n - потужність на валу;

m_1 - кількість фаз;

$U_{н.ф.}$ - номінальна фазова напруга;

η - ККД;

$\cos \varphi_n$ - коефіцієнт потужності.

$$I_{н1} = \frac{100}{3 * 115,5 * 0,65 * 0,65} = 0,68(A)$$

Щільність струму в обмотці статора $j_1 = 14A/mm^2$, визначається по кривій (рис. 3.9.)

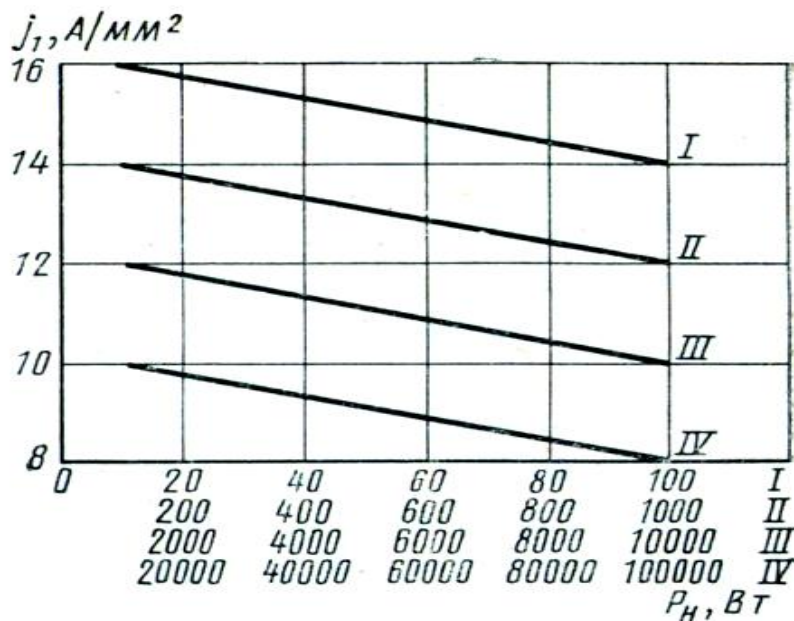


Рис. 3.9. Криві визначення щільності струму в обмотках

Розрахуємо перетин неізолюваного проводу обмотки статора S_{m1} за формулою:

$$S_{m1} = \frac{I_{n1}}{j_1},$$

Де - I_{n1} - номінальний струм фази статора;

j_1 - щільність струму в обмотці статора.

$$S_{i1} = \frac{0,68}{14} = 0,05 (\text{mm}^2).$$

Визначимо діаметр d_1 неізолюваного проводу круглої форми за формулою:

$$d_1 = 1,13 \cdot \sqrt{S_{m1}} = 1,13 \cdot \sqrt{0,05} = 0,25 \text{ мм}$$

По величині діаметру визначаються розмір проводу, клас, тип і товщина ізоляції згідно даних наведених у табл.3.2.

Для обмотки статора вибрано провід марки ПЕВ – 2(табл.3.2).

Отриманий у розрахунках діаметр відповідає стандартному діаметру 0,25мм з перетином $0,0491 \text{ мм}^2$. Згідно тієї ж таблиці максимальний діаметр ізолюваного проводу ПЕВ – 2 $d_{i1} = 0,3 \text{ мм}$.

Табл.. 3.2. Основні дані

Номінальний діаметр по міді	Перетин мм ²	Максимальний діаметр ізолюваного проводу ПЕВ - 2
0,05	0,00196	-
0,06	0,00283	0,09
0,07	0,00385	0,1
0,08	0,00509	0,11
0,09	0,00636	0,12
0,10	0,00783	0,13
0,11	0,00950	0,14
0,12	0,01131	0,15
0,13	0,0133	0,16
0,14	0,0154	0,17
0,15	0,0177	0,19
0,16	0,0201	0,2
0,17	0,0227	0,21
0,18	0,0255	0,22
0,19	0,0284	0,23
0,20	0,0314	0,24
0,21	0,0346	0,25
0,23	0,0415	0,28
0,25	0,0491	0,3

Визначимо перетин ізолюваного проводу S_{i31} за формулою:

$$S_{i31} = \left(\frac{d_{i31}}{1,13} \right)^2,$$

Де - d_{i31} - максимальний діаметр ізолюваного проводу ПЕВ – 2.

$$S_{i31} = \left(\frac{0,3}{1,13} \right)^2 = 0,067(\text{мм}^2)$$

Визначимо число активних провідників N_{n1} , які приходяться на паз статора за формулою:

$$N_{n1} = \frac{w_1}{pq_1},$$

Де - w_1 - кількість послідовно з'єднаних витків однієї фази статора;

p - кількість пар полюсів;

q_1 - число пазів на полюс.

$$N_{n1} = \frac{253}{4*2} = 32.$$

При $N_{n1} = 32$ використовуємо трапецієподібні пази статора.

Визначимо повну кількість провідників усіх фаз N_1 за формулою:

$$N_1 = 2w_1 m_1$$

Де - w_1 - кількість послідовно з'єднаних витків однієї фази статора;

m_1 - кількість фаз. $N_1 = 2 \cdot 253 \cdot 3 = 1518$

Коефіцієнт заповнення пазу при ізоляції ПЕВ-2 $K_{з.п.1} = 0,4$ визначається по кривій (рис. 3.10.).

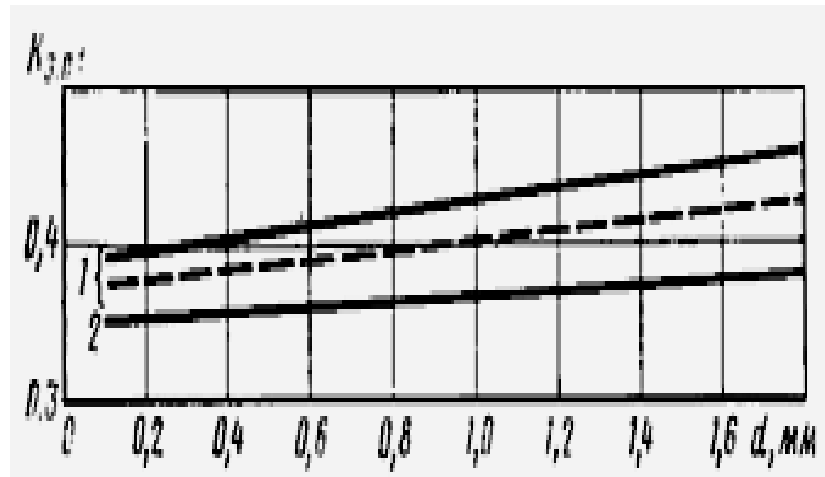


Рис.3.10.Залежність коефіцієнта заповнення від діаметру проводів:
1 – одношарова обмотка;2 – двшарова обмотка(ізоляція ПСВ – 2; скляна ізоляція)

Визначимо необхідну площу перетину пазу для розміщення у ньому $N_{п1}$ провідників за формулою: $Q_{п1} = \frac{S_{із1} N_{п1}}{0,4}$,

Де - $N_{п1}$ - число активних провідників, які приходяться на паз статора;

$S_{із}$ - перетин ізольованого проводу. $Q_{п1} = \frac{0,067 \cdot 32}{0,4} = 5,36 \text{ (мм}^2\text{)}$.

Визначимо зубцеве ділення статора t_{z1} за формулою:

$$t_{z1} = \frac{\pi D}{z_1}$$

Де - D - внутрішній діаметр пакету статора;

z_1 - число пазів статора. $t_{z1} = \frac{3,14 \cdot 3,35}{24} = 0,4(\text{мм})$

Приймаємо товщину листа $\Delta = 0,2$ мм, ізоляція оксидіровка, при цьому

$K_{з.с.} = 0,9$, визначається по табл.3.3.

Табл. 3.3.Довідкові дані проводу

Тип ізоляції	$K_{з.с.}$ при різній товщині листа Δ , мм				
	0,5	0,35	0,25	0,2	0,15
Оксидіровка	0,96	0,95	0,93	0,9	0,84
Лак	0,94	0,91	0,91	0,88	0,81

Коефіцієнт який облічує усунення потоку $\gamma = 0,99$ визначається по табл.3.4.

Табл. 3.4.Довідкові дані проводу

Δ , мм	γ при різних значеннях f , Гц				
	400	1000	1200	1600	2900
0,35	0,94	0,83	0,8	0,72	0,57
0,2	0,99	0,95	0,93	0,92	0,86

Приймаємо максимальну індукцію в зубці статора $B_{z1max} = 1,57$ Тл.

Визначимо коефіцієнт розсіяння обмотки статора C_1 за формулою:

$$C_1 = \frac{1}{E^*} = \frac{1}{0,85} = 1,2$$

Де - E^* - відносна ЕРС.

$$C_1 = \frac{1}{0,85} = 1,2$$

Визначимо мінімальну ширину зубця статора b_{z1} за формулою:

$$b_{z1} = \frac{B_{\delta} t_{z1} \frac{1}{3}(C_1 + 2)}{\gamma K_{з.с.} B_{z1max}}$$

Де - B_{δ} - магнітна індукція у повітряному зазорі;

B_{z1max} - максимальну індукцію в зубці статора;

t_{z1} - зубцеве ділення статора;

C_1 - коефіцієнт розсіяння обмотки статора;

γ - коефіцієнт який облічує усунення потоку;

$K_{з.с.}$ - коефіцієнт заповнення пазу статора.

$$b_{z1} = \frac{0,4 * 0,44 * \frac{1}{3} * 3,2}{0,99 * 0,9 * 1,55} = 1,3(\text{мм})$$

При пазах трапецієвидної форми b_{z1} однакова по всій висоті зубця.

Виберемо: висота вусику зубця $h_{yc1} = 0,3$ мм; висота пазового клину

$h_{кл1} = 0,3$ мм.

Визначимо ширину паза статора $b_{п11}$ за формулою:

$$b_{п11} = \frac{\pi (D + 2h_{yc1} + 2h_{кл1})}{z_1} - b_{z1},$$

Де - D - внутрішній діаметр пакету статора;

h_{yc1} - висота вусику зубця;

$h_{кл1}$ - висота пазового клину;

z_1 - число пазів статора;

b_{z1} - мінімальна ширина зубця статора.

$$b_{п11} = \frac{3,14 * (33,5 + 2 * 0,3 + 2 * 0,3)}{24} - 1,35 = 3,2(\text{мм}).$$

Визначимо максимальну ширину пазу статора $b_{п12}$ за формулою:

$$b_{п12} = \sqrt{\frac{4\pi Q_{n1}}{z_1} + b_{п11}},$$

Де - z_1 - число пазів статора;

$b_{п11}$ - ширина паза статора;

Q_{n1} - необхідна площа перетину пазу для розміщення у ньому N_{n1} провідників; $b_{n12} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 5,36}{24} + 3,2^2} = 3,6(\text{мм})$.

Визначимо висоту зубця h_{z1} за формулою: $h_{z1} = \frac{2Q_{n1}}{b_{n11} + b_{n12}} + h_{кл1} + h_{yc1}$,

Де - b_{n11} - ширина паза статора;

b_{n12} - максимальна ширина паза статора;

Q_{n1} - необхідна площа перетину пазу для розміщення у ньому N_{n1} провідників;

h_{yc1} - висота вусику зубця;

$h_{кл1}$ - висота пазового клину.

$$h_{z1} = \frac{2 \cdot 5,36}{3,2 + 3,6} + 0,3 + 0,3 = 2,2(\text{мм})$$

Визначимо ширину щілини пазу $b_{щ1}$ за формулою:

$$b_{щ1} = d_{i31} + 2\Delta_{ni31} + 0,2$$

Де - Δ - товщина листа сталі;

d_{i31} - максимальний діаметр ізолюваного проводу ПЕВ – 2.

$$b_{щ1} = 0,3 + 0,5 + 0,2 = 1(\text{мм})$$

Розраховані розміри пазу статора двигуна що проектується зображено на (рис.3.11).

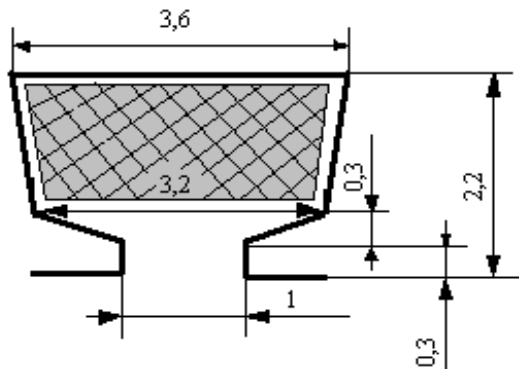


Рис.3.11. Форма та розміри пазу статора

3.4. Розрахунок обмотки і пазів ротора

Матеріал стержнів ротора – мідь. Число пазів ротора $z_2 = 32$ (згідно діючих стандартів). Визначимо ділення ротора t_{z2} за формулою:

$$t_{z2} = \frac{\pi D_2}{z_2},$$

Де- D_2 - діаметр ротора;

z_2 - число пазів ротора.

$$t_{z2} = \frac{3,14 * 33,14}{32} = 3,25 (\text{мм}).$$

Визначимо ЕРС у стрижні ротора при холостому ході, відносно до частоти мережі за формулою:

$$E_{cm2} = \frac{U_{н.ф.} * E^*}{2 * K_{01} w_1},$$

Де - E^* - відносна ЕРС;

$U_{н.ф.}$ - номінальна фазова напруга;

w_1 - кількість послідовно з'єднаних витків однієї фази статора;

K_{01} - коефіцієнт обмотки статора.

$$m_{y1} = 3,14 * (3,314 - 2 * 0,25 - 0,254) * 0,254 * 3,21 * 0,9 * 7750 * 10^{-6} = 0,0457 (\hat{e}\hat{a}).$$

Визначимо коефіцієнт скосу пазів за формулою:

$$K_{ск2} = 1 - 0,0458 \left(\frac{b_{ск2}^*}{q_1} \right)^2,$$

Де - q_1 - число пазів на полюс, а

$$b_{ск2}^* = \frac{b_{ск2}}{t_{z1}} = \frac{2,8}{4,4} = 0,63.$$

$$K_{ск2} = 1 - 0,0458 * \left(\frac{0,63}{2} \right)^2 = 0,995.$$

Визначимо струм в стрижні ротора $I_{ст}$ за формулою:

$$I_{cm} = \frac{P_H}{\eta_M E_{cm2} (1-S_H) \times z_2 \cos \varphi_{H2}} ;$$

Де - $\cos \varphi_{H2} \approx 1$, $\eta_M \approx 0,9$, $S_H \approx 0,1$ (для двигунів з повторно-короткочасним режимом роботи).

$$I_{cm} = \frac{100}{0,9 * 0,2 * (1-0,1) * 32 * 1} = 19,3(A) .$$

Щільність струму в стрижні ротора $j_2 = 14A/mm^2$, визначається по кривій (рис.3.9.).

Визначимо перетин стрижня ротора $S_{ст2}$ за формулою:

$$S_{cm2} = \frac{I_{cm2}}{j_{cm2}} ,$$

Де - $I_{ст2}$ - струм в стрижні ротора;

j_2 - щільність струму в стрижні ротора.

$$S_{cm2} = \frac{19,3}{14} = 1,38 (mm^2) .$$

З ціллю покращення пускових якостей двигуна, та зменшення максимальної індукції в зубцях вибираємо стрижні і пази ротора прямокутної форми.

Обчислимо розміри стрижня ротора прямокутної форми:

$$a_2 * b_2 = S_{cm2} = 0,7 * 2 = 1,4 (mm^2) ,$$

при цьому

$$j_{cm2} = \frac{I_{cm2}}{S_{cm2}} = \frac{19,3}{1,4} = 13,8 (A/mm^2) .$$

Визначимо розміри паза ротора:

- ширина $b_{n2} = a_2 + 0,1 = 0,7 + 0,1 = 0,8mm$;
- висота $h_{n2} = b_2 + 0,15 = 2 + 0,15 = 2,15mm$;
- висота вусика зубця ротора $h_{yc2} = 0,4mm$;
- ширина щілини паза ротора $b_{щ2} = 0,5mm$.

Визначимо розміри зубця ротора:

- висота $h_{z2} = b_2 + h_{yc2} + 0,1 = 2 + 0,4 + 0,1 = 2,5 \text{ мм}$;
- мінімальна ширина $b_{z2\min}$ визначається за формулою:

$$b_{z2\min} = \frac{\pi(D_2 - 2h_{z2})}{z_2} - b_{n2},$$

Де - D_2 - діаметр ротора;

h_{z2} - висота зубця ротора;

z_2 - число пазів ротора;

b_{n2} - ширина паза ротора.

$$b_{z2\min} = \frac{3,14(33,14 - 2 \cdot 2,5)}{32} - 0,8 = 1,96 (\text{мм}) \cdot$$

Розраховані розміри пазу ротора двигуна що проектується зображено на рис. 3.12.

Визначимо максимальну індукцію в зубці ротора $B_{z2\max}$ за

формулою: $B_{z2\max} = \frac{B_\delta t_{z2}}{K_{з.с.} b_{z2\min}},$

Де - t_{z2} - ділення ротора;

$b_{z2\min}$ - мінімальна ширина зубця ротора;

B_δ - магнітна індукція у повітряному зазорі;

$K_{з.с.}$ - коефіцієнт заповнення пазу.

$$B_{z2\max} = \frac{0,4 \cdot 3,25}{0,9 \cdot 1,96} = 0,74 (\text{Тл}) \cdot$$

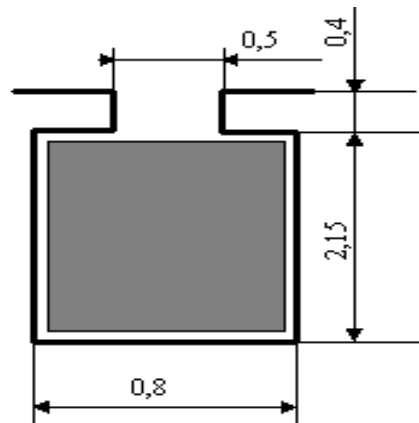


Рис.3.12. Форма та розміри пазу ротора

Визначимо струм у кільці $I_{\kappa 2}$, що замикає стрижні ротора накоротко за формулою:

$$I_{\kappa 2} = \frac{I_{\text{ст}2}}{2 \sin \frac{\pi p}{z_2}},$$

Де - $I_{\text{ст}2}$ - струм в стрижні ротора;

z_2 - число пазів ротора;

p - кількість пар полюсів.

$$I_{\kappa 2} = \frac{19,3}{2 * 0,208} = 46,4(A).$$

Приймаємо $j_{\kappa 2} = 13,5 \text{ А/мм}^2$. Визначимо розміри кільця ротора:

$$\text{перетин } S_{\kappa 2} = \frac{I_{\kappa 2}}{j_{\kappa 2}} = \frac{46,4}{13,5} = 3,44 \text{ мм}^2;$$

$$\text{висота кільця } h_{\kappa 2} = 1,5 * h_{z_2} = 1,5 * 2,5 = 3,75 (\text{мм});$$

$$\text{товщина кільця } b_{\kappa 2} = \frac{S_{\kappa 2}}{h_{\kappa 2}} = \frac{3,44}{3,75} = 0,9 (\text{мм}).$$

3.5. Розрахунок магнітного ланцюга

Уточнюємо значення магнітної індукції у повітряному зазорі за формулою: $B_{\delta} = \frac{\Phi}{\alpha_i \tau L}$,

Де - Φ - магнітний потік полюсу;

τ - полюсне ділення;

α_i - коефіцієнт полюсного перекриття;

L - довжина пакету. $B_{\delta} = \frac{2,3 \cdot 10^{-4}}{0,65 \cdot 2,63 \cdot 3,35} \cdot 10^4 = 0,4 (Тл)$.

Визначимо коефіцієнт повітряного зазору для статора $K_{\delta 1}$ за формулою:

$$K_{\delta 1} = \frac{t_{z1}}{t_{z1} - \frac{\delta (b_{ш1} / \delta)^2}{5 + b_{ш1} / \delta}}$$

Де - t_{z1} - зубцеве ділення статора;

δ - величина повітряного зазору;

$b_{ш1}$ - ширина щілини пазу. $K_{\delta 1} = \frac{4,4}{4,4 - \frac{0,18 \cdot (1 / 0,18)^2}{5 + 1 / 0,18}} = 1,13$

Визначимо коефіцієнт повітряного зазору для ротору $K_{\delta 2}$ за формулою:

Де - t_{z2} - зубцеве ділення ротора;

δ - величина повітряного зазору;

$b_{ш2}$ - ширина щілини паза ротора.

$$K_{\delta 2} = \frac{3,25}{3,25 - \frac{0,18 \cdot (0,5 / 0,18)^2}{5 + 0,5 / 0,18}} = 1,06$$

Тоді $K_{\delta} = K_{\delta 1} \cdot K_{\delta 2} = 1,13 \cdot 1,06 = 1,2$.

Визначимо розрахункову величину повітряного зазору δ' за формулою:

Де - K_δ – загальний коефіцієнт повітряного зазору;

δ - величина повітряного зазору.

$$\delta' = 1,2 * 0,18 = 0,216(\text{мм}) .$$

Визначимо МРС повітряного зазору на пару полюсів за формулою:

$$F_\delta = 1,6 * \delta' B_\delta ,$$

Де - δ' - розрахункову величину повітряного зазору;

B_δ - магнітна індукція у повітряному зазорі.

$$F_\delta = 1,6 * 0,216 * 0,4 * 10^4 = 138(\text{А}) .$$

Уточнюємо магнітну індукцію в зубці статора за формулою:

$$B_{z1} = \frac{B_\delta t_{z1} \frac{1}{3} (\sigma + 2)}{b_{z1} K_{з.с.} \gamma} ,$$

Де - B_δ - магнітна індукція у повітряному зазорі;

t_{z1} - зубцеве ділення статора;

b_{z1} - мінімальна ширина зубця статора;

$K_{з.с.}$ - коефіцієнт заповнення пазу;

γ - коефіцієнт який облічує усунення потоку;

σ – коефіцієнт використання двигуна.

$$B_{z1} = \frac{0,4 * 4,4 * \frac{1}{3} (0,68 * 10^{-3} + 2)}{1,35 * 0,9 * 0,99} = 0,1(\text{Тл}) .$$

Для пакетів статора і ротора вибираємо електротехнічну сталь Е21.

Тому, як $B_{z1} < 1,8$ Тл напруженість магнітного поля в зубці статора

$$H_{z1} = 37,2 \text{ А/см} .$$

Визначимо розрахункову довжину силової лінії в зубці статора:

$$L_{z1} = h_{z1} = 2,2 \text{ мм} \cdot$$

Визначимо магнітну напругу зубців статора на пару полюсів за формулою:

$$F_{z1} = 2H_{z1} L_{z1},$$

Де - L_{z1} - довжина силової лінії в зубці статора;

H_{z1} - напруженість магнітного поля в зубці статора.

$$F_{z1} = 2 \cdot 37,2 \cdot 0,22 = 16,4 \text{ (А)} \cdot$$

Визначимо максимальну ширину зубця ротора $b_{z2\max}$ по формулі:

$$b_{z2\max} = \frac{\pi(D_2 - 2h_{yc2})}{z_2} - b_{n2},$$

Де - D_2 - діаметр ротора;

z_2 - число пазів ротора;

h_{yc2} - висота вусика зубця ротора;

b_{n2} - ширина паза ротора.

$$b_{z2\max} = \frac{3,14 \cdot (33,14 - 2 \cdot 0,4)}{32} - 0,8 = 2,37 \text{ (мм)} \cdot$$

$$\text{Тоді: } b_{z2cp} = \frac{b_{z2\max} + b_{z2\min}}{2} = \frac{2,37 + 1,96}{2} = 2,165 \text{ (мм)} \cdot$$

Визначимо мінімальну магнітну індукцію в зубці ротора $B_{z2\min}$ за формулою:

$$B_{z2\min} = \frac{B_\delta t_{z2}}{K_{з.с.} b_{z2\max}},$$

Де - B_δ - магнітна індукція у повітряному зазорі;

t_{z2} - зубцеве ділення ротора;

$K_{з.с.}$ - коефіцієнт заповнення пазу;

$b_{z2\max}$ - максимальна ширина зубця ротора.

$$B_{z2\min} = \frac{0,4 \cdot 3,25}{0,9 \cdot 2,37} = 0,61 \text{ (Тл)} \cdot$$

Визначимо середню магнітну індукцію в зубці ротора B_{z2cp} за формулою: $B_{z2cp} = \frac{B_{\delta} t_{z2}}{K_{з.с.} b_{z2cp}}$,

Де - B_{δ} - магнітна індукція у повітряному зазорі;

t_{z2} - зубцеве ділення ротора;

$K_{з.с.}$ - коефіцієнт заповнення пазу;

b_{z2cp} – середня ширина зубця ротора.

$$B_{z2cp} = \frac{0,4 * 3,25}{0,9 * 2,165} = 0,67(Tл)$$

Напруженість магнітного поля в зубці ротора:

$$H_{z2min} = 32A/cm ; H_{z2max} = 6,1A/cm ; H_{z2cp} = 11,62A/cm$$

Знайдемо розрахункову напруженість магнітного поля в зубці ротора:

$$H_{z2p} = \frac{H_{z2max} + 4H_{z2cp} + H_{z2min}}{6} = \frac{6,1 + 4 * 11,62 + 32}{6} = 14,1(A/cm)$$

Визначимо розрахункову довжину силової лінії в зубці ротора:

$$L_{z2} = h_{z2} = 2,5mm = 0,25cm$$

Визначимо магнітну напругу зубців ротора на пару полюсів за формулою:

$$F_{z2} = 2H_{z2} L_{z2}$$

Де - H_{z2} - напруженість магнітного поля в зубці ротора;

L_{z2} - довжина силової лінії в зубці ротора.

$$F_{z2} = 2 * 14,1 * 0,25 = 7(A)$$

Визначимо коефіцієнт насичення зубців K_{Hz} за формулою:

$$K_{Hz} = \frac{F_{\delta} + F_{z1} + F_{z2}}{F_{\delta}}$$

Де - F_{δ} - МРС повітряного зазору на пару полюсів;

F_{z1} - магнітна напруга зубців статора на пару полюсів;

F_{z2} - магнітна напруга зубців ротора на пару полюсів.

$$K_{uz} = \frac{138+16,4+7}{138} = 1,17 \cdot$$

Приймаємо магнітну індукцію в ярмі статора $B_{я1} = 1,5$ Тл.

Визначимо висоту ярма статора $h_{я1}$ за формулою:

$$h_{я1} = \frac{\Phi C_1}{2\gamma K_{з.с.} LB_{я1}},$$

Де - Φ - магнітний потік полюсу;

C_1 - коефіцієнт розсіяння обмотки статора;

$K_{з.с.}$ - коефіцієнт заповнення пазу;

γ - коефіцієнт який облічує усунення потоку;

L - довжина пакету;

$B_{я1}$ - магнітна індукція в ярмі статора.

$$h_{я1} = \frac{2,3 \cdot 10^{-4} \cdot 1,2}{2 \cdot 0,99 \cdot 0,9 \cdot 3,35 \cdot 1,5} \cdot 10^4 = 0,31(\text{см}).$$

Визначимо зовнішній діаметр пакету статора $D_{н1}$ за формулою:

$$D_{н1} = D + 2h_{z1} + 2h_{я1},$$

Де - D - внутрішній діаметр пакету статора;

h_{z1} - висота зубця статора;

$h_{я1}$ - висоту ярма статора.

$$D_{н1} = 33,5 + 2 \cdot 2,2 + 2 \cdot 3,1 = 44,1(\text{мм}).$$

Приймаємо $D_{н1} = 44\text{мм} = 4,4\text{см}$.

Напруженість магнітного поля в ярмі статора $H_{я1} = 15,5$ А/см.

Визначимо розрахункову (середню) довжину силової лінії в ярмі статора (на пару полюсів) за формулою:

$$L_{я1} \approx \frac{\pi(D + 2h_{z1} + h_{я1})}{p} = \frac{\pi(D_{н1} - h_{я1})}{p},$$

Де - $D_{н1}$ - зовнішній діаметр пакету статора;

$h_{я1}$ - висоту ярма статора;

p - число пар полюсів.

$$L_{я1} = \frac{3,14 \cdot (44 - 3,1)}{4} = 32,1 (\text{мм}) \cdot$$

Визначимо магнітну напругу ярма статора $F_{я1}$ за формулою:

$$F_{я1} = \xi H_{я1} L_{я1} \cdot$$

Де $\xi = 0,32$ – коефіцієнт, який враховує зміну індукції вздовж лінії $L_{я1}$ і визначається по кривій (рис.3.13.).

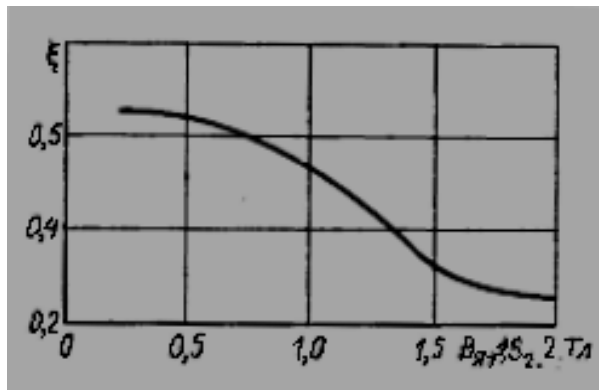


Рис. 3.13. Крива виправного коефіцієнту ξ

Тоді $F_{я1} = 0,32 \cdot 15,5 \cdot 3,21 = 16 (А) \cdot$

Приймаємо магнітну індукцію в ярмі ротора $B_{я2} = 1,5$ Тл.

Визначимо висоту ярма ротора $h_{я2}$ за формулою:
$$h_{я2} = \frac{\Phi}{2\gamma K_{з.с.} L B_{я1}}$$

Де - Φ - магнітний потік полюсу;

$K_{з.с.}$ - коефіцієнт заповнення пазу;

γ - коефіцієнт який облічує усунення потоку;

L - довжина пакету;

$B_{я1}$ магнітна індукція в ярмі статора.

$$h_{я2} = \frac{2,3 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 0,9 \cdot 3,35 \cdot 1,5} \cdot 10^4 = 2,54 (\text{мм}) \cdot$$

Напруженість магнітного поля в ярмі ротора $H_{я2} = 12 А/см$.

Визначимо розрахункову(середню) довжину силової лінії в ярмі ротора(на пару полюсів) за формулою:

$$L_{я2} = \frac{\pi(D_2 + 2h_{z2} + h_{я2})}{p}$$

Де - D_2 - діаметр ротора;

$h_{я2}$ - висота ярма ротора;

h_{z2} - висота зубця ротора.

$$L_{я2} = \frac{3,14 \cdot (33,14 - 2 \cdot 2,5 - 2,54)}{4} = 20,1 (\text{мм}) \cdot$$

Визначимо магнітну напругу ярма ротора за формулою:

$$F_{я2} = \xi H_{я2} L_{я2},$$

Де - $\xi = 0,32$ – коефіцієнт, який враховує зміну індукції вздовж лінії $L_{я2}$ і визначається по кривій (рис. 3.14.).

$$F_{я2} = 0,32 \cdot 12 \cdot 20,1 = 7,7 (\text{А}) \cdot$$

Визначимо намагнічуючу силу магнітного ланцюгу (на пару полюсів)

$$F_{\mu} = F_{\delta} + F_{z1} + F_{z2} + F_{я1} + F_{я2} = 138 + 16,4 + 7 + 16 + 7,7 = 185,1 \text{ А} \cdot$$

Визначимо загальний коефіцієнт насичення K_{μ} за формулою:

$$K_{\mu} = \frac{F_{\mu}}{F_{\delta}},$$

Де - F_{μ} - намагнічуюча сила магнітного ланцюгу (на пару полюсів);

F_{δ} - МРС повітряного зазору на пару полюсів.

$$K_{\mu} = \frac{185,1}{138} = 1,34$$

Визначимо намагнічуючу складову струму холостого ходу I_{μ} за формулою:

$$I_{\mu} = \frac{p F_{\mu}}{0,9 m_1 K_{01} w_1},$$

Де - p - число пар полюсів;

F_{μ} - намагнічуюча сила магнітного ланцюгу (на пару полюсів);

w_1 - кількість послідовно з'єднаних витків однієї фази статора;

K_{01} - коефіцієнт обмотки статора;

m_1 - число фаз.

$$I_{\mu} = \frac{4 \cdot 185,1}{0,9 \cdot 3 \cdot 0,96 \cdot 253} = 1,13(A) \cdot$$

Виберемо діаметр вала ротора $d_B = 0,8 \text{ см} = 8 \text{ мм}$, визначається по кривій (рис.3.14.).

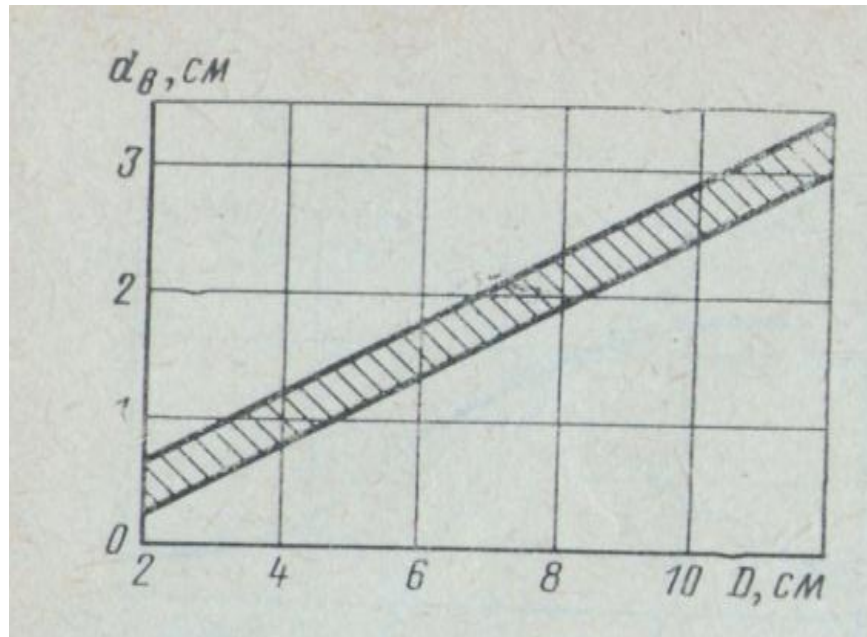


Рис. 3.14. Залежність діаметра вала від внутрішнього діаметра статора

Визначимо внутрішній діаметр ротора D_B за формулою:

$$D_B = D_2 - 2h_{z2} - 2h_{я2},$$

Де - D_2 - діаметр ротора;

$h_{я2}$ - висота ярма ротора;

h_{z2} - висота зубця ротора.

$$D_B = 33,14 - 2 \cdot 2,5 - 2 \cdot 2,54 = 23(\text{мм}) \cdot$$

3.6. Розрахунок активного та індуктивного опорів

Визначимо середню довжину провідника (пів витку) обмотки статора:

$$L_{cp1} \approx L + 1,4\tau = 3,35 + 1,4 * 2,63 = 7,03 \text{ см} \approx 0,07 (\text{м}).$$

Визначимо опір приділений матеріалу обмотки при максимально та мінімально допустимій температурі t_K за формулою:

$$\rho_{tK} = \rho_0 [1 + \alpha(t - 293)].$$

Згідно даних табл.3.5. $\alpha = 0,004/\text{градус}$, $\rho_0 = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Тоді:

$$\rho_{393K} = 0,0175 * [1 + 0,004(393 - 293)] = 0,0246 (\text{Ом} * \text{мм}^2 / \text{м}).$$

$$\rho_{213K} = 0,0175 * [1 + 0,004(213 - 293)] = 0,0126 (\text{Ом} * \text{мм}^2 / \text{м}).$$

Табл. 3.5. Довідкові дані

Матеріал	ρ_0 , Ом·мм ² /м	α , 1/градус	$\rho_{об}$, кг/м ³
Мідь М – 1	0,0175	0,004	8900
Латунь ЛС – 59 – 1	0,065	0,0026	8500
Латунь Л – 62	0,071	0,0017	8500
Алюміній	0,028...0,0 35	0,00425	2600

Визначимо активний опір фази обмотки статора за формулою:

$$R_{1(t)} = \rho_t \frac{2w_1 L_{cp1} K_{ep1}}{S_{m1}}.$$

Для цього необхідно визначити K_{ep1} коефіцієнт, який враховує збільшення активного опору провідника внаслідок витискання струму, за формулою:

$$K_{ep1} = \left(1 - \frac{L}{L_{cp}}\right) + \frac{L}{L_{cp}} \left[f_1(h') + \frac{n^2 - 1}{3} f_2(h') \right],$$

Де - $h' = 1,6$ – приведена висота провідника в пазу,

- $n = 64$ – число провідників по висоті паза.

Тепер по кривим на рис. 3.15. можемо визначити $f_1(h')$ і $f_2(h')$.

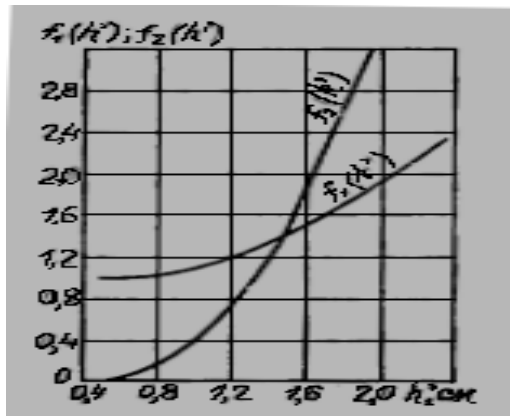


Рис. 3.15. До розрахунку коефіцієнта $K_{вр}$

$$f_1(h') = 1,5 f_2(h') = 1,8.$$

Отже можемо визначити $K_{вр1}$.

$$K_{вр1} = \left(1 - \frac{0,0335}{0,07}\right) + \frac{0,0335}{0,07} \left(1,5 + \frac{64-1}{3} * 1,8\right) = 1,9$$

Тепер можемо визначити $R_{1(t)}$:

- при $t = 393 \text{ K}$: $R_{1(393K)} = 0,0246 * \frac{2 * 253 * 0,07 * 1,9}{0,0491} = 33,7(O_M)$;

- при $t = 213 \text{ K}$: $R_{1(213K)} = 0,012 * \frac{2 * 253 * 0,07 * 1,9}{0,0491} = 16,4(O_M)$.

Визначимо опір стрижня:

- при $t = 393 \text{ K}$ $R_{cm.0(393K)} = \rho_{393K} = \frac{L_{cm2}}{S_{cm2}} = 0,0246 \frac{0,0335}{1,4} = 5,88 * 10^{-4} (O_M)$;

- при $t = 213 \text{ K}$ $R_{cm.0(213K)} = \rho_{213K} = \frac{L_{cm2}}{S_{cm2}} = 0,012 \frac{0,0335}{1,4} = 2,87 * 10^{-4} (O_M)$.

Визначимо опір ділянки кільця між двома стрижнями за формулою:

$$R_{K2} = \rho \frac{\pi D_K}{z_2 S_{K2}} ,$$

$$D_K \approx D_2 - h_{z2} - h_{K2} = 33,14 - 0,25 - 0,375 = 0,032515(m) .$$

Тепер можемо визначити $R_{к2}$:

$$\text{- при } t = 393 \text{ K: } R_{к2(393K)} = 0,0246 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,032515}{32 \cdot 3,44} = 0,23 \cdot 10^{-6} \text{ (Ом)};$$

$$\text{- при } t = 213 \text{ K: } R_{к2(213K)} = 0,012 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,032515}{32 \cdot 3,44} = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ (Ом)}.$$

Визначимо коефіцієнт приведення короткозамкненої обмотки

ротора до статора K_k за формулою:
$$K_k = \frac{4pm_1(w_1K_{01})^2}{z_2 K_{ск}^2},$$

Де - p - число пар полюсів;

w_1 - кількість послідовно з'єднаних витків однієї фази статора;

K_{01} - коефіцієнт обмотки статора;

m_1 - число фаз;

$K_{ск2}$ - коефіцієнт скосу пазів;

z_2 - число пазів ротора.
$$K_k = \frac{16 \cdot 3 \cdot (253 \cdot 0,96)^2}{32 \cdot 0,99} = 8,9 \cdot 10^4.$$

Визначимо повний активний опір ротора:

- при $t = 393 \text{ K}$

$$R_{2(393K)} = \frac{1}{p} \left[R_{см0(393K)} + \frac{2R_{к2(393K)}}{\left(2 \sin \frac{\pi p}{z_2}\right)} \right] =$$
$$= \frac{1}{4} \left[5,88 \cdot 10^{-4} + \frac{2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-6}}{(2 \cdot 0,208)^2} \right] = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ (Ом)};$$

- при $t = 213 \text{ K}$

$$R_{2(213K)} = \frac{1}{p} \left[R_{см0(213K)} + \frac{2R_{к2(213K)}}{\left(2 \sin \frac{\pi p}{z_2}\right)} \right] =$$
$$= \frac{1}{4} \left[2,87 \cdot 10^{-4} + \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}{(2 \cdot 0,208)^2} \right] = 0,84 \cdot 10^{-4} \text{ (Ом)}.$$

Визначимо активний опір обмотки ротора, приведений до обмотки статора:

$$- \text{ при } t = 393 \text{ К } R'_{2(393\text{К})} = R_{2(393\text{К})} K_{\kappa} = 1,74 \cdot 10^{-4} \cdot 8,9 \cdot 10^4 = 15,5(\text{Ом}) ;$$

$$- \text{ при } t = 213 \text{ К } R'_{2(213\text{К})} = R_{2(213\text{К})} K_{\kappa} = 0,84 \cdot 10^{-4} \cdot 8,9 \cdot 10^4 = 7,5(\text{Ом}) \cdot$$

Визначимо індуктивний опір розсіювання обмотки статора X_1 по формулі:

$$X_1 = 15,8 \frac{f_n w_1^2 L}{pq_1} \lambda \cdot 10^{-8} ,$$

Де - f_n - частота струму;

w_1 - кількість послідовно з'єднаних витків однієї фази статора;

L - довжина пакету;

p - кількість пар полюсів;

q_1 - число пазів на полюс;

λ - конструктивний коефіцієнт.

$$X_1 = 15,8 \cdot \frac{400 \cdot 253^2 \cdot 3,35}{8} \cdot 1 \cdot 10^{-8} = 1,7(\text{Ом}) \cdot$$

Визначимо індуктивний опір розсіювання обмотки ротора, приведений до обмотки статора X'_2 за формулою:

$$X'_2 = 15,8 \frac{f_n L}{p} \cdot \lambda ,$$

Де - f_n - частота струму;

L - довжина пакету;

p - кількість пар полюсів.

$$X'_2 = 15,8 \cdot \frac{400 \cdot 3,35}{4} \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 0,33(\text{Ом}) \cdot$$

3.7. Параметри короткого замикання та пускові характеристики

Визначимо активний опір обмоток:

$$\text{- при } t = 393 \text{ К } R_{\kappa(393\text{К})} = R_{1(393\text{К})} + C_1 R'_{2(393\text{К})} = 33,7 + 1,2 * 15,5 = 52,3(\text{Ом}) ;$$

$$\text{- при } t = 213 \text{ К } R_{\kappa(213\text{К})} = R_{1(213\text{К})} + C_1 R'_{2(213\text{К})} = 16,4 + 1,2 * 7,5 = 25,4(\text{Ом}) .$$

Сумарний індуктивний опір розсіяння обмоток:

$$X_{\kappa} = X_1 + C_1 X'_2 = 1,7 + 1,2 * 0,33 = 2,1(\text{Ом}) .$$

Повний опір обмотки $z_{\kappa(t\text{К})}$ за формулою:

$$z_{\kappa(t\text{К})} = \sqrt{R_{\kappa(t\text{К})}^2 + X_{\kappa}^2} ,$$

Де - $R_{\kappa(t\text{К})}$ - активний опір обмоток;

X_{κ} - сумарний індуктивний опір розсіяння обмоток.

$$\text{- при } t = 393 \text{ К } z_{\kappa(393\text{К})} = \sqrt{52,3^2 + 2,1^2} = 52,34(\text{Ом}) ;$$

$$\text{- при } t = 213 \text{ К } z_{\kappa(213\text{К})} = \sqrt{25,4^2 + 2,1^2} = 25,48(\text{Ом}) .$$

Пусковий струм (струм короткого замикання(КЗ)) $I_{\kappa(t\text{К})}$ по формулі:

$$I_{\kappa(t\text{К})} = \frac{C_1 U_{\text{н.ф.}}}{z_{\kappa(t\text{К})}} ,$$

Де - $z_{\kappa(t\text{К})}$ - повний опір обмотки;

C_1 - коефіцієнт розсіяння обмотки статора;

$U_{\text{н.ф}}$ - номінальна фазова напруга.

$$\text{-при } t = 393 \text{ К } I_{\kappa(393\text{К})} = \frac{1,2 * 115,5}{52,34} = 2,65(\text{А}) ;$$

$$\text{-при } t = 213 \text{ К } I_{\kappa(213\text{К})} = \frac{1,2 * 115,5}{25,48} = 5,44(\text{А}) .$$

$$I_{\text{н}} = 0,68(\text{А}) .$$

Визначимо номінальний момент $M_{\text{н}}$ за формулою:

$D_e - P_n$ - потужність на валу;

n_c – синхронна частота обертання;

S_n – ковзання при номінальному навантаженні.

$$M_n = 9,55 \cdot \frac{100}{7800 \cdot (1 - 0,04)} = 0,14 (H \cdot M) \cdot$$

Визначимо пусковий момент $M_{n(tK)}$ при максимальній та мінімальній температурах за формулою:

$$M_{n(tK)} = \frac{9,55 m_1 U_{н.ф.}^2 R'_{2(tK)}}{n_c z_{k(tK)}^2},$$

$D_e - U_{н.ф.}$ - номінальна фазова напруга;

m_1 - число фаз;

$R'_{2(tK)}$ - активний опір обмотки ротора

n_c – синхронна частота обертання;

$z_{k(tK)}$ - повний опір обмотки.

- при $t = 393 \text{ K}$

$$M_{n(393K)} = \frac{9,55 \cdot 3 \cdot 115,5^2 \cdot 15,5}{7800 \cdot 52,34^2} = 0,28 (H \cdot M) ;$$

- при $t = 213 \text{ K}$

$$M_{n(213K)} = \frac{9,55 \cdot 3 \cdot 115,5^2 \cdot 7,5}{7800 \cdot 25,48^2} = 0,56 (H \cdot M) \cdot$$

3.8. Визначення маси активних матеріалів і маси машини

Маса сталі ярма статора визначається за формулою:

$$m_{я1} = \pi(D_H - h_{я1})h_{я1}LK_{з.с.} \rho_c * 10^{-6},$$

Де - $\rho_c = 7750 \text{ кг/м}^3$ – щільність сталі E21.

$$m_{я1} = 3,14 * (4,41 - 0,31) * 0,31 * 3,21 * 0,9 * 7750 * 10^{-6} = 0,089(\text{кг}).$$

Маса сталі зубців статора визначається за формулою:

$$m_{z1} = [\pi(D + h_{z1})h_{z1} - Q_{п1} z_1] * LK_{з.с.} \rho_c * 10^{-6},$$

Де - **D** - внутрішній діаметр пакету статора;

L - довжина пакету статора;

z₁ - число пазів статора;

Q_{п1} - необхідна площа перетину пазу для розміщення у ньому **N_{п1}** провідників;

h_{z1} - висота зубця;

ρ_c - щільність сталі E21;

K_{з.с.} - коефіцієнт заповнення пазу.

$$m_{z1} = [3,14 * (3,35 + 0,22) * 0,22 - 0,536 * 24] * 3,21 * 0,9 * 7750 * 10^{-6} = 0,03(\text{кг}).$$

Маса активної сталі статора: $m_{см1} = m_{я1} + m_{z1} = 0,089 + 0,03 = 0,119(\text{кг}).$

Маса обмотки статора визначається за формулою:

$$m_{о1} = 2m_1 w_1 L_{сп1} S_{м1} \rho_{об1} * 10^{-8},$$

Де - $\rho = 8900 \text{ кг/м}^3$ – щільність міді.

$$m_{о1} = 2 * 3 * 253 * 7 * 0,049 * 8900 * 10^{-8} = 0,0463(\text{кг}).$$

Маса сталі ярма ротора визначається за формулою:

$$m_{я1} = \pi(D_2 - 2h_{z2} - h_{я2})h_{я2}LK_{з.с.} \rho_c * 10^{-6},$$

Де - **L** - довжина пакету;

K_{з.с.} - коефіцієнт заповнення пазу;

ρ_c - щільність сталі E21;

D_2 - діаметр ротора;

$h_{я2}$ - висота ярма ротора;

h_{z2} - висота зубця ротора.

$$m_{y1} = 3,14 \cdot (3,314 - 2 \cdot 0,25 - 0,254) \cdot 0,254 \cdot 3,21 \cdot 0,9 \cdot 7750 \cdot 10^{-6} = 0,0457(\text{êä}).$$

Маса сталі зубців ротора визначається за формулою:

$$m_{z2} = \left[\pi (D_2 + h_{z2}) h_{z2} - Q_{n2} z_2 \right] \cdot L K_{з.с.} \rho_c \cdot 10^{-6},$$

Де - D_2 - діаметр ротора;

h_{z2} - висота зубця ротора;

L - довжина пакету;

$K_{з.с.}$ - коефіцієнт заповнення пазу;

ρ_c - щільність сталі E21;

Q_{n2} - необхідна площа перетину пазу.

$$m_{z2} = \left[3,14 \cdot (3,314 + 0,25) \cdot 0,25 - 0,14 \cdot 32 \right] \cdot 3,21 \cdot 0,9 \cdot 7750 \cdot 10^{-6} = 0,044(\text{кг})$$

Маса активної сталі ротора: $m_{cm2} = m_{я2} + m_{z2} = 0,0457 + 0,044 = 0,09(\text{кг})$.

Маса обмотки ротор

$$m_{02} = z_2 L_{cm} S_{cm2} \rho_{об2} \cdot 10^{-8} = 32 \cdot 3,35 \cdot 1,4 \cdot 8900 \cdot 10^{-8} = 0,0133(\text{кг})$$

Загальна маса активної сталі: $m_{cm} = m_{cm1} + m_{cm2} = 0,119 + 0,09 = 0,21(\text{кг})$.

Загальна маса матеріалів обмоток статора і ротора:

$$m_0 = m_{01} + m_{02} = 0,0463 + 0,0133 = 0,0596(\text{кг}).$$

Повна маса активних матеріалів: $m_a = m_{cm} + m_0 = 0,21 + 0,0596 = 0,2696(\text{кг})$.

Конструктивний коефіцієнт: $K_G = 1,2$.

Повна конструктивна маса машини

$$m_k = K_G \cdot m_a = 1,2 \cdot 0,2696 = 0,3235(\text{кг}).$$

Табл. 3.6. Табл. результатів розрахунку двигун

Параметр, од. вим.	Розрахункові дані
Конструктивні дані	
1	2
Зовнішній діаметр двигуна $D_{\text{д}}$, мм.	47
Довжина пакету статора L , мм.	33,5
Зовнішній діаметр пакету статора $D_{\text{ст}}$, мм.	44
Внутрішній діаметр пакету статора D , мм.	33,5
Зовнішній діаметр пакету ротора $D_{\text{р}}$, мм.	33,14
Внутрішній діаметр пакету ротора $D_{\text{р}}$, мм.	23
Величина повітряного зазору δ , мм.	0,22
Матеріал пакетів статора і ротора	Електротехнічна сталь E21
Кількість пазів статора z_1 , шт.	24
Форма пазів ротора	Трапецієвидна
Матеріал заповнення пазів ротору	Мідний провід ПЕВ-2
Діаметр проводу обмотки статора d_1 , мм	0,25
Кількість пазів ротора z_2 , шт.	32
Форма пазів ротора	Прямокутна
Матеріал заповнення пазів ротору	Мідний стрижень ПЕВП
Розміри перетину стрижня, мм.	0,7x2
Конструктивна маса двигуна m_k , гр	822
Номінальна фазова напруга $U_{\text{н.ф}}$, В.	115,5
Коефіцієнт корисної дії η , %.	65
Пусковий струм $I_{\text{п(0)}}$, А.	2,65-5,44
Номінальний момент $M_{\text{н}}$, Н·м.	0,14
Пусковий момент $M_{\text{п(0)}}$, Н·м.	0,28-0,56

3.9. Підсумки розрахунку двигуна

В даному розділі дипломного проекту проведено розрахунок трифазного асинхронного двигуна. Матеріал який викладено у розділі доволі об'ємний, тому для зручності основні розраховані конструктивні і номінальні параметри занесено до табл. 3.6.

Згідно з конструктивними розмірами, на рис.3.16 побудовано зображення проектованого двигуна в поперечному перетині, масштабом 1:3.

Базовий електродвигун постійного струму має розміри:

- довжина 82 мм;
- зовнішній діаметр 44 мм.

Виграш в габаритних розмірах проектованого двигуна, порівняно з базовим двигуном очевидний. Пускові і номінальні параметри відповідають необхідним.

РОЗДІЛ 4

ПІДКЛЮЧЕННЯ ПОЖЕЖНОГО КРАНА

ДО БОРТОВОЇ МЕРЕЖІ

Після заміни в пожежному крані протипожежної системи літака АН – 148 – 100 базового електродвигуна постійного струму на проєктований асинхронний трифазний електродвигун постало питання його підключення до бортової мережі.

					НАЗВАННЯ ДОКУМЕНТА			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ф.И.О.			Название работы	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ф.И.О.					68	97
Реценз.		Ф.И.О.				Организация		
Н. Контр.		Ф.И.О.						
Утверд.		Ф.И.О.						

4.1. Принципова схема та її робота

В цьому розділі дипломного проекту розроблено варіант принципової схеми підключення пожежного крана до бортової мережі (рис.4.1.), а також вибір комутаційної і захисної апаратури.

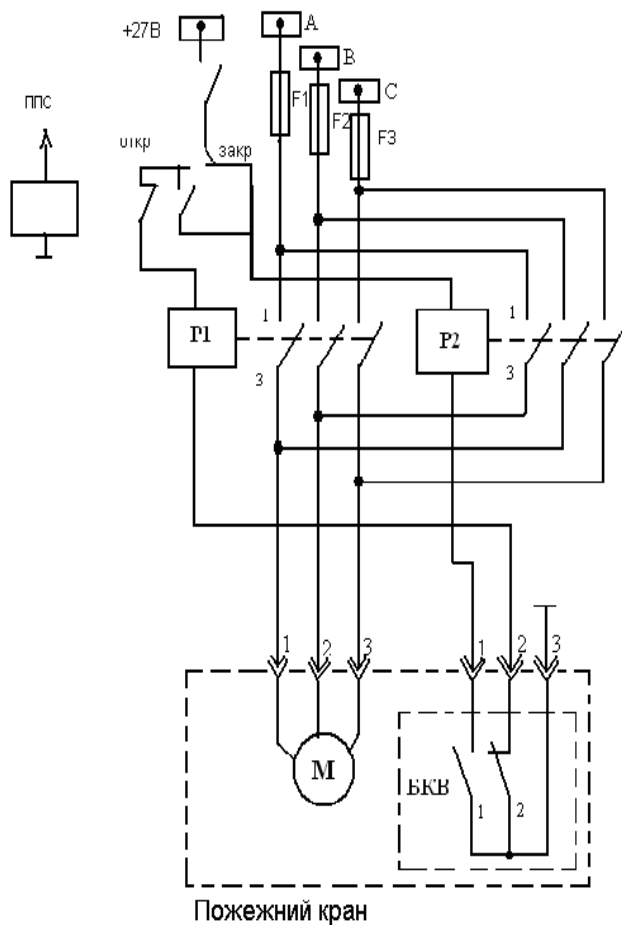


Рис. 4.1. Варіант підключення пожежного крана до бортової мережі

Принцип роботи схеми.

Перед початком роботи схема знаходиться у такому стані:

- заслонка пожежного крана у закритому положенні;
- контакт 1 блоку кінцевих вимикачів (**БКВ**) розімкнено, а контакт 2 замкнено;
- контакти реле **P1** і **P2** розімкнено.

Перед запуском авіадвигуна необхідно перемикач управління пожежни краном перевести в положення «**відкрити**». Зпрацьовує реле **P1** і сво-їми контактами подає напругу на електродвигун. Він відкриває заслонку пожежного крана.

В крайньому відкритому положенні крана спрацьовує кінцевиц вимикач **2** і схема перестає працювати.

При наявності пожежі управляючий сигнал надходить до реле **K**, яке спрацьовує. Розмикаючи контакт **1-2** розриває ланцюг живлення реле **P1**, а замикаючи **3-4** включить реле **P2**. P2 замкне свої контакти і тоді, від бортової мережі змінного струму напругою 200 В постійної частоти 400 Гц, живлення, через запобіжники **F1, F2, F3** і контакти реле **P2** надходить до проектованого електродвигуна. Електродвигун, у аверсному режимі, відпрацьовує заслінку у закрите положення.

4.2. Вибір комутаційної та захисної апаратури, розрахунок проводів електромережі

З попереднього розділу відомо, що максимальний пусковий струм у фазі $I_n = 5,44$ А, номінальний струм $I_n = 0,68$ А, а напруга у фазі $U_{н.ф.} = 115,5$ В. Таким чином, згідно діючим стандартам, ми можемо зробити вибір захисної і комутаційної апаратури для даної схеми підключення пожежного крана.

У якості захисної апаратури (на схемі **F1, F2, F3**) підходять запобіжники марки **ІП – 5** (інертно-плавкі), тому що по своїм робочим параметрам вони найчастіше використовуються для захисту ланцюгів споживачів з великим пусковим струмом і мають значну витримку.

У якості комутаційної апаратури по своїм технічним параметрам підходять реле марки **ТКЕ24ПОДГ** (на схемі **P1 і P2**). Дане реле має 4 пари нормально роз'єднаних контактів, допускається нагрів його обмотки до **85°C** і воно має герметичне виконання.

Перетин проводу лінії електромережі визначимо по формулі:

$$S = \frac{I_n * l}{\gamma(\Delta U_{доп} * \Delta U_k)},$$

Де - $l = 5$ м – довжина проводу однієї фази;

$\gamma = 57$ м/Ом·мм² – приділена провідність мідного проводу;

$\Delta U_{доп} = 3,5$ В – допустима втрата напруги.

ΔU_k – втрата напруги на з'єднаннях, визначається по формулі:

$$\Delta U_k = I_n * \Sigma r_k,$$

Σr_k – алгеброїчна сума перехідних опорів контактних з'єднань, дані до його розрахунку отримуємо з табл. 4.1.

Табл.4.1.Величини перехідних опорів

Тип контактного з'єднання	Величина перехідного опору (Ом)
Болтове з'єднання	$(0,5 - 1,0) \cdot 10^{-3}$
Штепсельне з'єднання	$(0,15 - 2,5) \cdot 10^{-3}$
Контакти контакторів	$(0,32 - 0,64) \cdot 10^{-3}$
Контакти реле і вимикачів	$(3 - 15) \cdot 10^{-3}$
Автомати захисту	$(0,9 - 52,7) \cdot 10^{-3}$
Інерційні запобіжники	$(0,15 - 1,4) \cdot 10^{-3}$
Тугоплавкі запобіжники	$(0,03 - 0,34) \cdot 10^{-3}$
Плавкі запобіжники	$(1,2 - 26) \cdot 10^{-3}$

$$\sum r_{\kappa} = 1 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-3} + 3 \cdot 10^{-3} + 1 \cdot 10^{-3} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ (Ом)} \cdot$$

$$\Delta U_{\kappa} = 0,68 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ В} \cdot$$

Тепер можемо визначити перетин проводу:

$$S = \frac{0,68 \cdot 5}{0,57 \cdot (3,5 - 0,0042)} = 1,7 \text{ (мм}^2\text{)} \cdot$$

Визначимо стандартний перетин проводу марки БПВЛ по табл.4.2.

Табл.4.2.основні марки проводів типу БПВЛ

Стандартний перетин проводу БПВЛ (мм ²)	Маса 1 км. проводу (кг)
0,35	7,5
0,5	10
0,75	13
0,88	15
1	16,5
1,25	20
1,5	23
1,93	33

Таким чином для ланцюга живлення пожежного крана з проєктованим двигуном вибрано провід марки БПВЛ з перетином 1,93 мм².

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, нормативних, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Охорона праці спирається на комплекс державних законодавчих актів. Загальними законами України, що визначають основні положення щодо охорони праці є Конституція України, Кодекс законів про працю, Закон України “Про охорону праці”, Закон України “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”, Закон України “Про пожежну безпеку”, Закон України “Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності” та підзаконні акти щодо охорони праці.

Всі закони і підзаконні акти з охорони праці базуються і відповідають Основному Закону держави – Конституції України, яка була прийнята громадян України на працю, яку вони вільно обирають, або на яку вільно погоджуються, на належні, безпечні і здорові умови праці, на відпочинок і на соціальний захист.

Основним законодавчим документом щодо охорони праці є Закон України “Про охорону праці”, який прийнятий Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року. Задачі техніки безпеки спрямовані на попередження нещасливих випадків на виробництві

					НАЗВАННЯ ДОКУМЕНТА			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ф.И.О.			Название работы	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ф.И.О.					73	97
Реценз.		Ф.И.О.				Организация		
Н. Контр.		Ф.И.О.						
Утверд.		Ф.И.О.						

Вони зважуються на всіх етапах створення й експлуатації авіаційної техніки.

Небезпечний (виробничий) фактор – виробничий фактор вплив якого в певних умовах може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника.

Шкідливий (виробничий) фактор – виробничий фактор вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я зниження працездатності працівника.

Умова праці – сукупність факторів виробничого середовища які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі її професійної діяльності.

Виробниче середовище – сукупність фізичних, хімічних, біологічних, соціальних факторів, що діють на людину в процесі трудової діяльності.

Міжгалузеві і галузеві акти з охорони праці – закони, міжгалузеві і галузеві стандарти, норми, правила, положення, інструкції і інші документи з охорони праці, яким надається сила правових норм обов'язкових для виконання.

Нагляд за охороною праці – одна з форм діяльності державних органів по дотриманню вимог законів і інших нормативних актів з охорони праці встановлених державною владою.

5.1.Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів при технічній експлуатації системи пожежогасія

У процесі праці у виробничій обстановці на людину може впливати або один, або ряд небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Для запобігання цих впливів на працівників при розробці нових приладів, контрольних установок і стендів повинні виконуватися вимоги по охороні праці.

Державним стандартом ГОСТ 12.0.003–74. ССБТ. «Небезпечні і шкідливі виробничі фактори . Класифікація», усі небезпечні і шкідливі виробничі фактори класифіковані на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

Згідно ГОСТ 120.003-74 при виконанні технічного обслуговування можливі наступні фактори:

- підвищене значення напруги на електричному ланцюзі, замкнення якої може бути через тіло людини.

Найчастіше зв'язані з неправильним устроєм електротехнічних установок, відсутністю заземлення, застосуванням голих проводів, шин, відкритих частин рубильників, електроламп і інструмента недосконалої конструкції та ін.

Небезпека електричного струму полягає в тому, що він не виявляється органами почуттів людини і часто зненацька виявляється на неструмоведучих частинах електроустановок і конструкціях, тобто там, де його не повинно було бути. Ступінь небезпеки пошкодження людини електричним струмом залежить від ряду факторів: значення сили струму, роду і частоти струму, тривалості дії, шляху протікання, стану організму, фактора уваги й умов зовнішнього середовища. Значення струму, що протікає через тіло людини, є основним чинником, що визначає ступінь поразки.

Для проектування способів і засобів захисту людей при взаємодії їх з електроустановками ГОСТ 12.1.038 – 82. ССБТ. «Гранично допустимі значення напруг і токів», визначені гранично допустимі значення напруги дотику і струмів, що протікають через людину в аварійній ситуації.

- підвищений рівень шуму на робочому місці.

Шум і вібрація, що перевищує стандартні норми, негативно впливають на організм людини (ГОСТ 54 72001-78). Основні джерела виробничого шуму і вібрації - шум при випробуванні авіадвигунів.

Шум є загально біологічним дратівним фактором і у визначених умовах може впливати на всі органи і системи організму людини. Його вплив на органи слуху, різні відділи головного мозку приводить до підвищеної втоми, загальній слабості, дратівливості і т.д.

- недостатня освітленість робочої зони при перевірках устаткування в лабораторних умовах і на літаку (ГОСТ 54 72003-82).

При правильно розрахованому і виконаному освітленні виробничих приміщень очі працюючого протягом тривалого часу зберігають здатність добре розрізняти предмети і знаряддя праці, не стомлюючись. В умовах цивільної авіації при оперативному технічному обслуговуванні незадовільне освітлення зони обслуговування може призвести до погіршення якості виконуваних робіт.

Недостатнє освітлення робочих місць може виникати з таких причин: забруднення та недостатня кількість або працездатність деяких або усіх освітлювальних приладів; невірно підібрані чи замінені лампи в світильниках; невірне розташування сусідніх будівель.

Виробниче освітлення може бути двох видів: природне і штучне. Природне освітлення створюється за рахунок сонячного світловипромінювання. Рівень природної освітленості залежить від інтенсивності сонячного випромінювання, висоти сонця над горизонтом,

стану атмосфери і деяких інших факторів, що не піддаються точному облікові.

Для створення штучного освітлення застосовують електричні лампи накаливання і люмінесцентні лампи. Проектування штучного освітлення ґрунтується на його розрахунку, що визначає необхідну кількість світильників і їхню потужність.

Недостатнє освітлення робочих місць є однією з причин низької продуктивності праці.

При недостатньому освітленні очі працюючого сильно напружені, при цьому ускладнюється розрізнення інструментів і навколишніх приладів, знижується темп роботи і погіршується загальний стан.

Освітлення виробничих приміщень і робочих місць характеризується світловим потоком, силою світла, освітленістю, яскравістю, контрастністю. Раціональне освітлення повинне задовольняти ряд вимог: бути достатнім, щоб око без напруги могло розрізняти розглянуті деталі; постійним у часі, тому напруга в живильній мережі не повинне коливатися більше, ніж на 4%.

- обслуговування високо розташованих частин літальних апаратів.

Аналіз травматизму на підприємствах свідчить про те, що багато хто з них викликані падінням з висоти при обслуговуванні високо розташованих частин обладнання.

При виконанні ТО обладнання в лабораторії можуть виникнути ті ж небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що описані вище, а також пожежна та вибухова небезпека.

5.2. Технічні заходи, що виключають або обмежують вплив на технічний персонал небезпечних або шкідливих виробничих факторів при експлуатації обладнання систем авіоніки

Забезпечення електробезпеки.

Конструктивне оформлення комплектуючих системи, що проектується, вирішено таким чином, щоб виключити або звести до мінімуму можливість впливу на технічний персонал перерахованих у попередньому підрозділі небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Для того щоб система задовольняла вимогам електробезпечності, використовується цілий ряд технічних рішень.

Міри захисту від поразки електричним струмом залежить від вибору, розміщення, виконання, способу установки і класу ізоляції застосовуваних машин та іншого електроустаткування, а також кабелів і проводів.

Міри захисту виробляються відповідно до вимог діючих «Правил устрою електроустановок» (ПУЭ-86), а їхньої експлуатації з «Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів» і «Правилами технічної безпеки при експлуатації електроустановок споживачів».

Металеві не струмоведучі частини обладнання проектуемого пристрою повинні електрично приєднуватися до стаціонарного пристрою, що заземлює, активний опір якого повинен бути не більш 4 Ом.

Для усунення підвищеного шуму на робочому місці операторові при високих рівнях шуму необхідно користуватися спеціальними навушниками.

Для виключення недостатньої освітленості робочого місця при перевірці та монтажу потрібно користуватися індивідуальним освітленням на робочому місці.

Відповідно до діючих норм і правил використовується природне, штучне або комбіноване освітлення.

Монтаж – демонтаж повинен проводитися тільки із застосуванням спеціальних інструментів, а перевезення – за допомогою візків.

Для зменшення травматизму в результаті падіння людей із висоти при обслуговуванні високо розташованих частин ЛА застосовуються спеціально передбачені для даного типу АТ трапи, підйомники і драбини. Є прив'язні ремені або пристосування для кріплення до конструкції ЛА.

Для захисту від поразки електричним струмом у випадку пробією ізоляції і переходу напруги на металевий корпус, застосовується захисне заземлення, що повинне задовольняти вимозі $R_3 \leq 4$ Ом для установок з напругою до 1000В.

Нормалізація освітлення.

Розглянемо вплив освітлення на організм людини. Особлива увага необхідно приділити важливому з погляду виробничої санітарії питанню освітлення на робочому місці.

Виробниче освітлення регулюється нормативно-технічними документами ГОСТ 12.1.046-85, СНіП II-4-79. Освітлення на робочому місці повинно бути сполученим (природне і штучне світло). Природне освітлення повинне бути бічним. Коефіцієнт природної освітленості повинний відповідати нормативним рівням по СНіП II-4-79: при виконанні робіт з категорії високої зорової точності – не нижче 1,5 при зоровій роботі середньої точності – не нижче 1.

Раціональне освітлення повинно відповідати ряду вимог:

- повинно бути достатнім, щоб очі без напруги могли розрізнити деталі;

- повинно бути постійним, для цього напруга в живлячій мережі не повинна коливатися більш ніж на 4%;
- повинно бути рівнонаправленим робочим поверхням, щоб оку при роботі не приходилося зазнавати різкого світлового контрасту.

Штучне освітлення варто здійснювати у виді комбінованої системи освітлення з використанням люмінесцентних джерел світла у світильниках загального освітлення. Вони повинні забезпечувати рівномірну освітленість за допомогою відбитого чи розсіяного світлорозподілу.

Визначимо норму загального штучного освітлення (кількості необхідних світильників) для забезпечення нормованої освітленості приміщення, застосувавши метод використання коефіцієнта світлового потоку. Основна розрахункова формула має вид:

$$n = \frac{E_{\min} * S * K_3 * Z}{F * \eta}$$

Де - **F** – світловий потік лампи у світильнику, Лм;

- **E_{min}** – норма (мінімум) освітленості, Лк;
- **S** – площа приміщення, м²;
- **K₃** – коефіцієнт запасу (**K₃** = 1,3);
- **z** – коефіцієнт нерівномірності освітлення (**z** = 0,45);
- **N** -число світильників, обумовлене з умови рівномірності освітлення;
- **η** – коефіцієнт використання світлового потоку;
- **n** – кількість ламп у світильнику.

Коефіцієнт використання світлового потоку **η** залежить від типу світильника, коефіцієнтів відображення від підлоги, стін, стелі й індексу приміщення **φ_λ**, обумовленого по формулі:

$$\varphi = \frac{A * B}{h_p * (A + B)}$$

Де - A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h_p – висота підвісу світильників над робочою поверхнею, м.

Нехай зал має розміри $A=25\text{м}$, $B=12\text{м}$, $h=4\text{м}$. Передбачається використати світильники типу ШОД з лампами ЛД, висота підвісу над робочою поверхнею $h_p=3,25\text{м}$ коефіцієнт запасу світлового потоку приймаємо рівним 1,5, як для приміщень із малим виділенням пилу, диму й кіптяви:

Задавшись значеннями коефіцієнтів відбиття стелі $\rho_{\text{п}} = 0,7$, стін $\rho_{\text{з}} = 0,1$ і освітлюваної поверхні $\rho_{\text{р}} = 0,1$, за спеціальними Табл.ми знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку світильника $\eta = 0,59$.

Поправочний коефіцієнт Z приймаємо рівним 1,1.

Подальший розрахунок може зводитися до визначення необхідного світлового потоку однієї лампи, якщо відома кількість світильників і ламп у них, або до визначення кількості світильників і ламп, якщо відомий тип і потужність ламп.

Якщо в нашому прикладі передбачається використовувати світильники

ШОД з лампами ЛД 2x80, $F_{\text{л}} = 3440$ лм, то кількість ламп знайдемо з виразу.

$$n = \frac{E_{\text{min}} * S * K_3 * Z}{F * \eta} = \frac{400 * 25 * 12 * 1,5 * 1,1}{3440 * 0,59} = 98$$

Кількість світильників N

$$N = n/2 = 49$$

Отже, світильники слід розташовувати рівномірно в шістьох рядах по вісім штук, рекомендовано застосовувати світильники типу ЛСП 13 та лампи типу ЛТБ 40-4.

Забезпечення пожежної і вибухової безпеки.

Причинами виникнення пожежі електроустаткування й електроосвітлення можуть бути: перевантаження проводів електромережі, що викликає нагрівання струмоведучих частин, загоряння їхньої ізоляції й у результаті запалення різних горючих матеріалів, що стикаються з ними; неякісне виконання з'єднань в електричній проводці; перевантаження різних електричних пристроїв (електродвигуни, генератори, розподільні пристрої і т.п.), що приводить до їх нагрівання і, отже, можливого загоряння; несправне охолодження електропристрою, неправильне його вмикання; коротке замикання, іскріння на колекторі або кільцях електродвигуна і генераторів, а також у пристроях вмикання і вимикання; надмірний знос підшипників електромашин, у результаті чого може відбутися або перегрів підшипників, або заклинювання їх, а потім загоряння. Найбільшу небезпеку вибуху і пожежі являє собою електроустаткування вибухо – пожежонебезпечних приміщень і пристроїв.

Пожежна безпека характеризує стан об'єкта, при якому виключається можливість виникнення і розвитку пожежі і впливу на людей небезпечних факторів пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. ГОСТ 12.1.004-91.ССБТ. «Пожежна безпека. Загальні вимоги», встановлює такі засоби забезпечення пожежної безпеки:

- система запобігання пожежі;
- система протипожежного захисту;
- організаційно-технічні заходи.

Крім того, цей стандарт регламентує імовірність виникнення пожежі в електротехнічного виробу, що не повинне перевищувати 10^{-6} у рік.

Також при підготовці рекомендацій з недопущення пожеж, була використана наступна література:

- НПО ГА-85 «Наставление по пожарной охране в ГА СССР», регламенти по технічному обслуговуванню і ряд стандартів:
- ДСТУ 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні»;
- ГОСТ 12.1.004-91.ССБТ «Пожежна безпека. Загальні вимоги»;
- ГОСТ 12.1.010-76 «Вибухонебезпечність. Загальні вимоги»;
- ГОСТ 12.1.030-81.ССБТ.«Електробезпека. Захисне заземлення, занулення» ;
- ГОСТ 12.1.044-84 «Пожежо-вибухо небезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їх визначення».

Запобігання пожежі досягається за рахунок недопущення утворення в пальному середовищі джерел запалювання. Такими джерелами при експлуатації розроблювального приладу можуть стати його несправність, перевантаження або неправильний монтаж блоків системи, що перевіряється, що приводить до підвищеного нагрівання або до короткого замикання. Шляхом усунення цих причин, можна сказати, що конструкція задовольняє вимогам електростатичної безпеки відповідно до ГОСТ 12.1.018-93.ССБТ. «Пожароіскробезопасність статичної електрики». Слід зазначити, що при нормальних умовах експлуатації розроблювальний прилад не створює джерел загоряння. Протипожежний захист забезпечується нанесенням на поверхню конструкції розроблювального приладу захисних фарб. Організаційні технічні заходи містять у собі розробку інструкції про порядок роботи з розроблювальним приладом, дотримання протипожежного режиму і про дії оператора при виникненні пожежі.

Конструкція розроблювальної системи виключає можливість вибуху самої системи.

При виникненні пожежі, за даними категорії **В** необхідно використовувати на кожній одиниці виміру площі, що захищається, у 500-600 м²:

- вуглекислотний вогнегасник ОУ-2– 2 шт.;
- пінний вогнегасник хімічний ОКП-10 або повітряно-пінний рідинний ОВП-10 – 4 шт.

Заходи при виникненні пожежі.

Існує 4 способи припинення горіння: охолодження зони горіння або самих палаючих речовин; ізоляція реагуючих речовин від зони реакції; розведення реагуючих речовин у зоні реакції негорючими речовинами; хімічне гальмування реакції горіння.

При першому способі припинити горіння можна впливом на поверхню палаючих матеріалів вогнегасячими речовинами, а також охолодженням палаючих матеріалів методом їхнього перемішування. Другий спосіб полягає в створенні ізолюючого шару між зоною горіння і палаючих матеріалів або в прорізах приміщень, де відбувається пожежа. Для розведення повітря в нього вводяться негорючі пари і гази (третій спосіб). З цією метою використовуються вуглекислий газ, водяна пара, азот, інші компоненти.

Четвертий спосіб реалізується подачею інгібіторів (речовин, що сповільнюють протікання хімічних реакцій або припиняють їх) на поверхню палаючих матеріалів або введенням їх у повітря, що надходить у зону реакції.

У цивільній авіації застосовують наступні вогнегасячі речовини:
вода, повітряно–механічна і хімічна піни, інертні гази , галоїдовуглеводні
сполуки, вогнегасячі порошки, комбіновані сполуки (сполучення
порошкових і пінних сполук ,водно-галоїдовуглеводні емульсії і т.п.).

5.3.Інструкція з охорони праці під час експлуатації проектованого об'єкту

Основні положення.

1.Ця інструкція розроблена у відповідності з вимогами нормативних актів з охорони праці та обов'язкова до виконання усіма працівниками.

2.До роботи з проектованим об'єктом допускаються особи інженерно-технічної сполуки, що вивчили проектований пристрій, інструкцію з технічної експлуатації, дану інструкцію і ті, які склали залік по техніці безпеки і пожежної безпеки.

3.Працівник зобов'язаний:

- твердо знати і строго дотримуватись правил внутрішнього розпорядку, правил з охорони праці, не допускати на робочому місці паління і вжитку спиртних напоїв;

- на роботу з'являтися в призначений час, приймати участь у змінно-зустрічних зборах. Хворі та особи у нетверезому стані до роботи не допускаються і повинні бути відправлені у медичний заклад для перевірки стану здоров'я;

- знати, що основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами при роботі з електродвигуном є поразка електричним струмом, рухомі незагороджені елементи літака, виступаючі елементи АіРЕО (антени, датчики, ПВД та ін.), недостатній рівень освітлення у технічному відсіку.

Вимоги до безпеки перед початком роботи.

Працівник зобов'язаний:

- надягти й упорядкувати робочи одяг, надягти головний убір і підібрати під нього волосся;

робочого місця усе, що може перешкодити роботі;

- перевірити справність устаткування , пристосувань , інструмента, вентиляції, місцевого освітлення . Не працювати на устаткуванні з простроченими термінами огляду.

Вимоги до безпеки під час роботи.

Для забезпечення безпечної організації праці працівник зобов'язаний:

- забезпечити відсутність людей в зоні переміщення підвісних елементів літака (закрилки, рульові поверхні) на протязі всього періоду робіт по обслуговуванню протиобліднювальної системи;

- переміщатися та оглядати АіРЕО з землі необхідно згідно з розробленими та затвердженими безпечними маршрутами обходу літака, які виключають можливість зіткнення інженерно-технічного складу з виступаючими або рухомими частинами літака;

- не допускається при експлуатації електродвигуна встановлювати запобіжники, які не відповідають номіналу, а також закорочувати їх дротом;

- при виконанні робіт суворо керуватися технологічними вказівками по тій або іншій перевірці;

- забороняється підключати або відключати роз'єми, які знаходяться під струмом;

- періодично необхідно перевіряти надійність з'єднання степсельних роз'ємів;

- при знаходженні пошкодження ізоляції з'єднувальних кабелів знеструмити електродвигун і відправити його в ремонт;

- огляд, наладку, чистку, змазку, догляд та ремонт електродвигуна виконувати після його повної зупинки та відключенні;

- не притулятися до струмопровідних частин;

- забезпечити достатній рівень природного або штучного освітлення при виконанні робіт в технічному відсіку. Штучне освітлення повинно відповідати Вимогам стандарту ГОСТ5472003-82, а саме: освітлювальні прилади для загального та місцевого освітлення повинні забезпечувати: нормовані, кількісні та якісні характеристики для освітлювальних пристроїв. Їх вибір слід проводити у відповідності з вимогами Сніп-4-79.

Світильники місцевого освітлення повинні оснащуватись світлорегуляторами. Повинні дотримуватись норми освітленості: при загальному освітленні– 300 Лк, при комбінованому– 700 Лк;

- до робіт на літаку слід приступати при умові виконання вимог галузевого стандарту ГОСТ 5471004-82 і після приєднання корпусу літака до стаціонарного заземляючого пристрою на стоянці літаків;

- підключення наземних джерел електричної енергії до бортової електричної мережі літака, а також їх відключення виконувати у відповідності з вимогами ГОСТ 5430030-84;

- забороняється використовувати у якості переносних електричних освітлювальних пристроїв – освітлювачів напругою 220 В, а також освітлювачів, не обладнаних захисним склом (сіткою);

- при наявності підвищеного рівня шумів на робочому місці необхідно застосовувати шумоподавляючі навушники;

- використовувати захисні окуляри, сітки, каски і іншими захисними пристроями при виконанні усіх видів робіт, які супроводжуються відлітанням осколків;

- при виникненні виробничої ситуації, небезпечної для життя чи здоров'я працюючих, роботи повинні бути негайно припинені і виконавець робіт повинен повідомити безпосереднього керівника.

Вимоги до безпеки після закінчення роботи.

По закінченню роботи працівнику необхідно:

- у встановленому порядку вимкнути обладнання, пристрої та апаратуру, всі перемикачі встановити в початкове положення, знеструмити електродвигун ,або передати зміну при безперервному процесі;

- прибрати відходи виробництва;

- після закінчення робіт необхідно прийняти душ ,використовуючи резинове взуття на неслизькій підшві для запобігання падіння;

- повідомити керівника про всі недоліки, що виявилися у процесі роботи.

Вимоги до безпеки в аварійних ситуаціях.

Знеструмити устаткування, припинити роботу, з'явитися в розпорядження старшого зміни і докласти про подію.

Основними причинами виникнення пожежі при проведенні ТЕ обладнання є:

- короткі замикання елементів ланцюгів;

- встановлення запобіжників, що не відповідають номіналові;

- неправильний вибір проводів у схемі підключення.

Для попередження виникнення пожежі пропонуємо вжити заходів по кожному з перерахованих вище пунктів, а саме:

- періодично перевіряти надійність роз'ємів, особливо в місцях з'єднання проводів зі штепсельними розніманнями.

- місця підключення до зовнішніх пристроїв надійні по міцності і пайці;

- не встановлювати «жучки» і запобіжники, що не відповідають номіналові;

- зробити перевірку правильності вибору сполучних проводів.

У випадку виникнення пожежі застосовувати вуглекислотні вогнегасники типу ОУ–2 або вуглекисло-бром-етиліві вогнегасники ОУВ–3.

Рекомендується встановити в лабораторії не менше 2-х вогнегасників.

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Аналіз екологічної безпеки об'єкту що проектується

В процесі експлуатації проєктований електродвигун пожежного крана протипожежної системи літака АН – 148 – 100 прямого негативного впливу на навколишнє середовище чинити не буде. Ні експлуатація, ні технічне обслуговування даного виробу не передбачають будь якого забруднення повітряного, водного середовища або ґрунту.

Однак електродвигун споживає електричну енергію, процес виробництва якої пов'язаний з виникненням забруднюючих навколишнє середовище відходів.

Найбільше забруднення навколишнього середовища виникає в процесі виробництва електроенергії на теплових електростанціях. Це пов'язано з тим, що для виробництва електричної енергії на електростанціях цього типу спалюється велика кількість органічних енергоносіїв (вугілля, природний газ, мазут і .п.), при цьому в атмосферу викидається велика кількість газоподібних і дрібнодисперсних продуктів горіння цих матеріалів.

					НАЗВАНІЕ ДОКУМЕНТА			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ф.И.О.			Название работы	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ф.И.О.					91	97
Реценз.		Ф.И.О.				Организация		
Н. Контр.		Ф.И.О.						
Утверд.		Ф.И.О.						

Виробництво електроенергії на гідроелектростанціях і на АЕС також пов'язано з негативним впливом на водне середовище, ґрунт, рослинний та тваринний світ.

Створення гідроелектростанцій пов'язане зі знищенням середовища проживання багатьох видів тварин, порушенням ґрунтових покривів і т.д.

Атомні електростанції в тому чи іншому ступені сприяють забрудненню навколишнього середовища радіоактивними відходами.

У зв'язку із всім вище згаданим найважливішим завданням в теперішній час є створення ресурсозберігаючої техніки і технологій.

Наступним важливим, з екологічної точки зору, питанням є раціональне використання матеріалів та комплектуючих виробів при розробці електродвигуна.

Виробництво обмоточних проводів, сталі пакетів статора і ротора неминуче пов'язано з забрудненням навколишнього середовища.

Це визначає необхідність раціональної побудови структури технічного об'єкту, використання методів функціонального аналізу.

6.2. Розробка заходів, що підвищують екологічну безпеку проектованого об'єкту

При дипломному проектуванні особлива увага приділена раціональному використанню електроенергії при технічному обслуговуванні електродвигуна пожежного крана.

При використанні розробленого об'єкту час обслуговування зменшується майже в три рази порівняно з базовим двигуном постійного струму.

Розроблений двигун має наступні переваги перед базовим варіантом:

- спрощується технологія обслуговування;
- зменшується час на ТО;
- знижується втомлюваність технічного персоналу;
- підвищується якість ТО;
- споживає менше енергоресурсів при ТО.

Покращення якості ТО протипожежної системи однозначно приведе до підвищення рівня безпеки польотів, яка безпосередньо пов'язана з навколишнім середовищем.

Наступним фактором, що збільшує екологічну безпеку проектованого об'єкту є його невелика матеріаломісткість.

Розроблений електродвигун має вагу 828 гр. Габаритні розміри розробленого двигуна майже у три рази менші ніж у базового.

6.3. Визначення втрат навколишнього середовища, яких вдається уникнути в результаті розробки

Визначимо втрати навколишнього середовища, яких вдається уникнути внаслідок економії електричної енергії при застосуванні розробленого електродвигуна.

При технічному обслуговуванні базового електродвигуна постійного струму нерідко доводиться змінити струмопідводячі щітки. Перед їх заміною, згідно із технологією, щітки потрібно притерти на шліфувальному станку. Ця операція триває близько 10 хв., а сам станок споживає 1000 Вт/год. електроенергії. Такі заходи при ТО проектного електродвигуна не потрібні.

Визначимо розхід електроенергії при ТО базового двигуна, він складе:

$$W = 1000 \cdot \frac{1}{6} = 166 (\text{Вт} \cdot \text{год})$$

Таким чином економія електроенергії складе 166 Вт/год.

В цілому, проведений аналіз дозволяє зробити наступні загальні висновки:

- розроблений електродвигун дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище;

- використання розробленого двигуна дозволяє зменшити кількість використаної електроенергії, що в цілому дорівнює значенню економії в 0,166 кВт·год.

Екологічно-економічна ефективність при ТО одного пожежного крана при ціні 1 кВт·год = 90 коп. становить: $E_E = 0,169 \cdot 90 = 15,21 (\text{коп} / \text{год})$.

В протипожежній системі літака АН – 148 – 100 використовується 2 пожежних крана, тому повна екологічно-економічна ефективність:

$$E_E = 15,21 \cdot 2 = 30,42 (\text{коп} / \text{год}).$$

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті, перш ніж перейти до виконання основної частини, було проведено дослідження принципів побудови протипожежних систем та їх експлуатаційних особливостей. Результати дослідження переконують, що ППС літака АН – 148 – 100, порівняно з ППС других літаків, є достатньо надійною і економічною, як на теперішній час. Беручи до уваги те, що технічний прогрес в літакобудуванні не зупиняється, а системам які відповідають за безпеку польотів пред'являються більш жорсткі вимоги в аспекті надійності, економічності та екологічної безпеки, вдосконалення ППС, як і інших систем, є актуальним.

В дипломному проекті запропоновано вдосконалення ППС планера, а саме пожежного крана подачі палива. Розрахований трифазний асинхронний двигун відповідає усім технічним вимогам, а головне дозволяє уникнути зазначених вище негативних факторів пов'язаних з використанням базового двигуна. Такий двигун є компактним, а його зовнішній діаметр дорівнює 47мм, довжина 33,5мм, а вага 828г, тоді як довжина базового двигуна складає 82 мм, а зовнішній діаметр 44 мм. Пускові і номінальні параметри задовольняють експлуатаційним вимогам, що безпосередньо впливає на якість роботи як самого пожежного крана, так і всієї системи в цілому.

Із зміною двигуна в пожежному крані, звичайно постало питання про зміни в системі його живлення, а саме використання трифазного змінного струму. Така система, а також її захисна і комутаційна апаратура, були розраховані у четвертому розділі дипломного проекту. Така система відповідає усім критеріям надійності і безпеки, а її експлуатаційні якості відповідають усім пред'явленим до систем електроживлення нормам.

Також в дипломному проекті було приділено достатньо уваги питанням охорони праці і охорони навколишнього середовища. Розроблені заходи, що до виключення або зменшення небезпечних та шкідливих факторів, які впливають на технічний персонал, роблять експлуатацію проектованого електродвигуна цілком безпечною.

Матеріал, що викладається в дипломному проекті, побудований таким чином, щоб всюди, де це можливо, його можна було використати при розрахунку трифазних асинхронних двигунів, які використовуються на борту літаків цивільної авіації. Крім того матеріал дипломного проекту рекомендується використовувати при проведенні наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності фахівців з льотної та технічної експлуатації повітряних суден.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

надёжности. – М.: Советское радио .1962. -552 с.

2. Н.А. Белов, Р.М. Боровик, О.И. Варченко, В.В. Козарук, Г.Н. Мозжухин, А.В. Скрипец, В.М. Химин – К.: КМУГА, 1999. – 152 с. Техническая эксплуатация и ремонт электрического, приборного и пилотажно-навигационного оборудования воздушных судов. Лабораторный практикум/Сост.

3. Барвинский А.П., Козлова Ф.Г. Электрооборудование самолётов: Учебное пособие. – М.: Транспорт, 1981. – 288 с.

4. Синдеев И.М. Электроснабжение летательных аппаратов. Учебник для вузов гражданской авиации. М.: Транспорт, 1982. – 272 с.

5. Голубенко Я.А. Расчёт авиационных электрических машин переменного тока. – М.: Машиностроение, 1986. – 232 с.

6. Аркуша Ю.С. Электрооборудование самолётов: Методические указания и задания к курсовому проекту. Кривой Рог. КРАТУГА, 1989. – 54 с.

7. Протоєрейський О.С., Запорожець О.І. Охорона праці в галузі: Навчальний посібник. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2005. – 268 с.

8. Ісаєнко В.М., Криворотько В.М., Франчук Г.М. Екологія та охорона навколишнього середовища. Дипломне проектування: Навчальний посібник. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2005. – 192 с.