

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

Кафедра авіоніки

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

_____ Павлова С.В.
“ _____ ” _____ 2021 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

**ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ
“БАКАЛАВР”**

Тема: Протиобліднювальна система літака АН-158

Виконавець: Швець Богдан Володимирович

Керівник: _____ Краснов В.М.

Нормоконтролер: _____ Левківський В.В.

Київ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації електроніки та телекомунікацій

Кафедра авіоніки

Напря́м (спеціальність) 173 «Авіоніка»
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Павлова С.В.

«_____» _____ 2021р.

ЗАВДАННЯ

**на виконання дипломної роботи
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет аеронавігації електроніки та телекомунікацій

Кафедра авіоніки

Напря́м (спеціальність) 173 «Авіоніка»
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Павлова С.В.

«_____» _____ 2021р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Швеця Богдана Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи: Протиобліднювальна система літака АН-158

затверджена наказом ректора від «18» листопада 2020 р. №2310/ст

2. Термін виконання роботи : з 11.01.2021р. по 28.02.2021р.

3. Вихідні дані до роботи : Керівництво льотної експлуатації літака АН-158

4. Зміст пояснювальної записки: Вступна частина; Розділ 1: Загальні відомості про літак Ан-158 та систему протиобліднення; Розділ 2: Протиобліднювальна система літаків сімейства «Антонов»; Розділ 3: Протиобліднювальна система літака Ан-158.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: Склад ПОС літака Ан-148/Ан-158; Основна функціональна схема ПОС літака Ан – 158.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Підбір літератури	12.01-18.01.2021	виконано
2	Ознайомлення з документацією літака «Ан-158»	19.01-24.01.2021	виконано
3	Дослідження методів індикації обліднення	25.01-01.02.2021	виконано
4	Проведення аналізу існуючої системи протиобліднення	02.02-10.02.2021	виконано
5	Вивчення технічного регламенту та аналіз побудови комплексної системи протиобліднення літака «Ан-158»	12.02-17.02.2021	виконано
6	Оформлення роботи, подання на кафедру та усунення недоліків	18.02-24.02.2021	виконано

8. Дата видачі завдання: “ _____ ” _____ 202__ р.

Керівник дипломної роботи (проекту) _____ Краснов В.М.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Швець Б.В.
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту «Протиобліднювальна система літака Ан-158»

Має: 68 сторінок, 20 рисунків, 10 використаних джерел.

ПРОТИОБЛІДНЮВАЛЬНА СИСТЕМА, ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛІТАКА АН-158, ЛІТАК, НАГРІВАЮЧІ ЕЛЕМЕНТИ, ТЕПЛОВІ ПРОТИОБЛІДНЮВАЧІ, НАГРІВАЧІ.

Мета дипломного проекту – ознайомлення з конструктивними особливостями ПОС літака Ан-158, їх аналіз експлуатації та обслуговування, а також розрахунок нагрівачей тонкостінних конструкцій.

Проведений огляд та загальний аналіз існуючої системи протиобліднення літака Ан-158 та її функціональні елементи а також підсистеми, розглянуто та проведений загальний огляд технічної експлуатації, технологію обслуговування цих підсистем.

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.....	ст.7
ВСТУП.....	ст.8-9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЛІТАК АН-158 ТА СИСТЕМУ ПРОТИБЛІДНЕННЯ	
1.1.Опис літака Ан-158.....	ст.10-11
1.2.Експлуатаційні параметри.....	ст.11
1.3.Відмінності від Ан-148.....	ст.12
1.4. Основні технічні характеристики літака Ан-158.....	ст.12-13
1.5.Відомості про протибліднювальну систему та їх види.....	ст.14-17
1.6.Висновки	до
розділу.....	ст.18
РОЗДІЛ 2 ПРОТИБЛІДНЮВАЛЬНА СИСТЕМА ЛІТАКІВ СІМЕЙСТВА «АНТОНОВ»	
2.1.Природа обледеніння та її вплив на літальний апарат.....	ст.19-20
2.2.Підсистеми протибліднювальної системи.....	ст.21
2.3.Повітряно-теплова ПОС.....	ст.21-24
2.4.Електротеплова ПОС оперення.....	ст.25-27
2.5.ПОС лопатей повітряних гвинтів і обтікачів втулок гвинтів.....	ст.27-28
2.6.ПОС повітрязабірників ВМР і ВНА двигунів.....	ст.28
2.7.ПОС лобового скла.....	ст.28-29
2.8.Склоочисники.....	ст.29-30
2.9.Сигналізатори обмерзання.....	ст.30-31

2.10.Особливості теплових протиобліднювачів.....	ст.33-34
2.11.Постійний обігрів поверхні.....	ст.34-36
2.12.Циклічний обігрів поверхні.....	ст.36-40
2.13.Способи регулювання циклу.....	ст.41-42
2.14. Висновок	до
розділу.....	ст.43

РОЗДІЛ 3 ПРОТИОБЛІДНЮВАЛЬНА СИСТЕМА ЛІТАКА АН-158

3.1.Призначення та комплектність ПОС літака Ан-158.....	ст.44
3.1.1.Загальні відомості про ПОС літака Ан-158.....	ст.44
3.1.2.Загальні складові системи та їх опис.....	ст.45-46
3.2.Режими роботи ПОС, управління системою і контроль.....	ст.47
3.2.1.Робота ПОС планера літака.....	ст.48-50
3.2.2.Робота ПОС повітрязбірників двигунів.....	ст.50-51
3.2.3.Робота ПОС скла.....	ст.51-56
3.2.4.Робота сигналізації обмерзання.....	ст.57-62
3.3.Експлуатація та технічне обслуговування ПОС.....	ст.63
3.3.1.Перевірка працездатності повітряно-теплової ПОС.....	ст.63
3.3.2.Перевірка працездатності електротеплової ПОС, і системи обдування стекол і зон пілотів.....	ст.64
3.3.3.Загальний огляд сигналізатора обмерзання EW –	164.....
	ст.65

3.4.Висновки	до
розділу.....	ст.66
ВИСНОВКИ.....	ст.67
СПИСОК	ВИКОРИСТАНИХ
ДЖЕРЕЛ.....	ст.68

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- БПР - бортовий пристрій реєстрації
- БСТО - бортова система технічного обслуговування
- ДСУ - допоміжна силова установка
- ІКВШП - інформаційний комплекс висотно-швидкісних параметрів
- КВТ - клапан високого тиску
- ККД - коефіцієнт корисної дії
- КСЕІС - комплексна система електронної індикації та сигналізації

- ЛА - літальний апарат
- ПВП - підсистема відбору повітря
- ПОС - протиобліднювальна система
- ПС - повітряне судно
- ПУКП - пристрій управління і контролю проти обледеніння
- ПУТС - пристрій управління температурою скла
- САС - система аварійної сигналізації
- СКП - система кондиціонування повітря
- СПП - система підготовки повітря
- СУЗЛО - система управління загально літаковим обладнанням

ВСТУП

Однією з найважливіших систем в літаководінні – є система протиобліднення.

В дипломній роботі проведено огляд характеристик літака Ан-158 та його експлуатаційні параметри, основні види теплових протиобліднювачів – електричні та повітряно-теплові.

Предметом дослідження – є аналіз системи протиобліднення сучасного літака Ан-158.

Методи дослідження – загальнонаукові фізичні методи а також методи системного і порівняльного характеру.

Проведений огляд та загальний аналіз існуючої системи протиобліднення літака Ан-158 та її функціональні елементи а також підсистемами, розглянуто та проведений загальний огляд технічної експлуатації, технологію обслуговування цих підсистем.

В умовах обмерзання лід утворюється на лобових поверхнях крила, керма висоти і напряду, на повітряних гвинтах, повітрязабірниках, скла ліхтарів, які знаходяться в потоці датчиках пілотажно-навігаційних приладів і обтічниках антен.

Найбільша вірогідність обмерзання припадає на польоти в діапазоні температур від 0 до -15°C а також зафіксовані випадки обмерзання при температурі повітря від -50°C і нижче.

Зазвичай обледенінню схильні наступні поверхні агрегатів ЛА:

- 1) передні кромки крила й оперення;
- 2) вхідні кромки повітрязабірників двигунів;
- 3) скло кабіни екіпажу;
- 4) обтічники радіолокаційних і радіозв'язкових антен;
- 5) датчики пілотажно-навігаційних приладів, що виходять в потік.

Обліднення крила і оперення має великий вплив на льотні характеристики, стійкість і керованість літака. Спотворення форми і поява нерівностей та шорсткості на поверхні носової частини профілю істотно впливають на підйомно силу і опір крила. Порушення ламінарного обтікання профілю та виникнення місцевих відривів потоку, істотно збільшують товщини граничного шару, призводять до значного зростання опору та зменшення підйомної сили.

При зльоті обледенішого літака коефіцієнт підйомної сили крила з випущеною механізацією зменшується, а опір зростає інтенсивніше, ніж у крила з прибраною механізацією. У результаті значно збільшуються швидкість відриву, довжина розбігу і злітна дистанція. Сильна турбуленція повітряного потоку викликає тряску літака і ускладнює управління ним на самому напруженому етапі польоту. Нарешті, що найбільш небезпечно, збільшується швидкість звалювання, а так як ефективність

органів управління при обледенінні помітно знижується, літак може увійти в режим звалювання.

При виконанні посадки в умовах обліднення найбільш помітно змінюються характеристики стійкості і керованості літака. Крижаний нарост, що утворився на кромці крила, обтікаючого під великим кутом атаки, зменшує радіус кривизни носка, спотворює профіль, і тому місцеві зриви потоку починаються значно раніше, ніж на чистому крилі. Зрив потоку супроводжується зменшенням негативної підйомної сили горизонтального оперення і порушенням повздовжнього балансування.

До втрати керованості літака може призвести обмерзання щілин органів управління, передніх кромок рулів, елеронів, закрилків, стиків секцій предкрилка, примерзання органів управління при польоті в умовах переохолодженого дощу або мокрого снігу.

Обліднення скла кабіни екіпажу, обтічників антен і датчиків пілотажно-навігаційних приладів призводить до ускладнення умов польоту і створення несприятливих обставин для роботи екіпажу.

З викладеного зрозуміло, що для забезпечення безпеки польотів та підвищення їх регулярності ЛА повинні оснащуватися протиобліднювальною системою, яка захищає зазначені вище поверхні та агрегати літака.

На літаку Ан-158 використовується електромеханічна ПОС для обігріву скла та деяких елементів обшивки а також повітряно-теплова ПОС джерелом тепла якої є відібране повітря від компресора двигуна

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЛІТАК Ан-158 ТА СИСТЕМУ ПРОТИОБЛІДНЕННЯ

1.1. Опис літака Ан-158

Літак Ан-158 (рис.1.1) — близькомагістральний пасажирський літак, продовження модельного ряду Ан-148. Розробником та виробником є АНТК ім.О.К.Антонова.

Ан-158 (Ан-148-200) - регіональний реактивний пасажирський літак, створений в АНТК ім. Антонова в 2010 році на базі Ан-148. Представлено 21 квітня 2010 року в м.Києві. Перший політ відбувся 28 квітня 2010 з аеродрому ДП «Антонов». Сертифікація завершився 28 лютого 2011 року.

Літак Ан-158 — має вставку в фюзеляжі довжиною 1700 мм. За допомогою вінглетів зменшена витрата пального і вцілому покращена економічність літака. Він розрахований для перевезення від 86 до 99 пасажирів на дальність до 2500 км.

Літак спочатку називався Ан-148-200. Це подовжена версія базової моделі з підвищеною місткістю. На перший погляд, Ан-158 практично не відрізняється від Ан-148, проте фюзеляж літака став довшим на 1700 мм завдяки двом додатковим секціям (довжиною 1150 мм в носовій частині фюзеляжу і 550 мм за центропланом). Посилення шасі не треба було, оскільки максимальна злітна вага літака залишалася такою ж - він відповідає модифікації Ан-148-100Е, що має найбільшу дальність польоту, і становить 43,7т.

Збільшення розмірів фюзеляжу і пасажиромісткості досягнуто за рахунок відносного зниження практичної дальності польоту. З розрахунковою кількістю пасажирів, в двокласній компоновці вона становить 3100 км - на 400 км менше, ніж у модифікації Ан-148-100В (75 пасажирів в однокласній компоновці). Літак оснащений кінцевими аеродинамічними поверхнями (КАП) крила, які, за попередніми оцінками, повинні збільшити паливну ефективність на 3-4%.

1.2. Експлуатаційні параметри

Ан-158 — регіональний пасажирський реактивний літак, створений на базі Ан-148.

Літак одержав сертифікати міждержавного авіаційного комітету країн СНД і Державіаадміністрації України на відповідність авіаційним правилам АП-25, відповідним американським правилам FAR-25 і європейським CS-25.

Ан-158 може експлуатуватися:

- вдень і вночі в будь-який час року в простих і складних метеоумовах;
- в діапазоні географічних широт 70 північної і 55 південної;
- в умовах природного обледеніння при температурі зовнішнього повітря до -30°C ;

- при температурах зовнішнього повітря біля землі від -55°C до $+45^{\circ}\text{C}$;
- на аеродромах, розташованих на висотах від -300 до 3000 м над рівнем моря;
- на міжнародних трасах в системі B-RNA V і P-RNA V з точністю RNP1;
- за схемами SID, STAR, Approach;
- виконувати посадку по категорії IIIA ІКАО.

1.3. Відмінності від Ан-148

У числі основних відмінностей Ан-158 від Ан-148:

- збільшена кількість пасажирських місць до 99;
- подовжена на 2,5 м пасажирська кабіна;
- збільшений об'єм багажних полиць у пасажирській кабіні;
- вдосконалена конструкція крила;
- зменшені на 9% витрати палива;

- зменшені на 12% прямі експлуатаційні витрати.

1.4. Основні технічні характеристики літака Ан-158

Силова установка:

Двигуни:2хД-436

Годинна витрата пального (кг/год):1560

Розміри:

Розмах крила (м):28.91

Довжина літака (м):31,63

Висота літака (м):8.2

Площа крила (м²):87,32

Шасі:3-х опорне

Діаметр фюзеляжу:6.50

Крок крісел (м):0,76

Обсяг багажних полиць (куб. м.):.....14,67

Число місць:

Екіпаж:4+1

Пасажирів:до 99

Маси і навантаження:

Максимальний запас палива (т):12.1

Максимальна злітна маса (кг):43 700

Маса корисного навантаження (кг):9800

Льотні дані:

Крейсерська швидкість (км/год):820

Максимальна дальність польоту (км):2500

Максимальна висота польоту (м):11600

Потрібна довжина ЗПС (м):1850

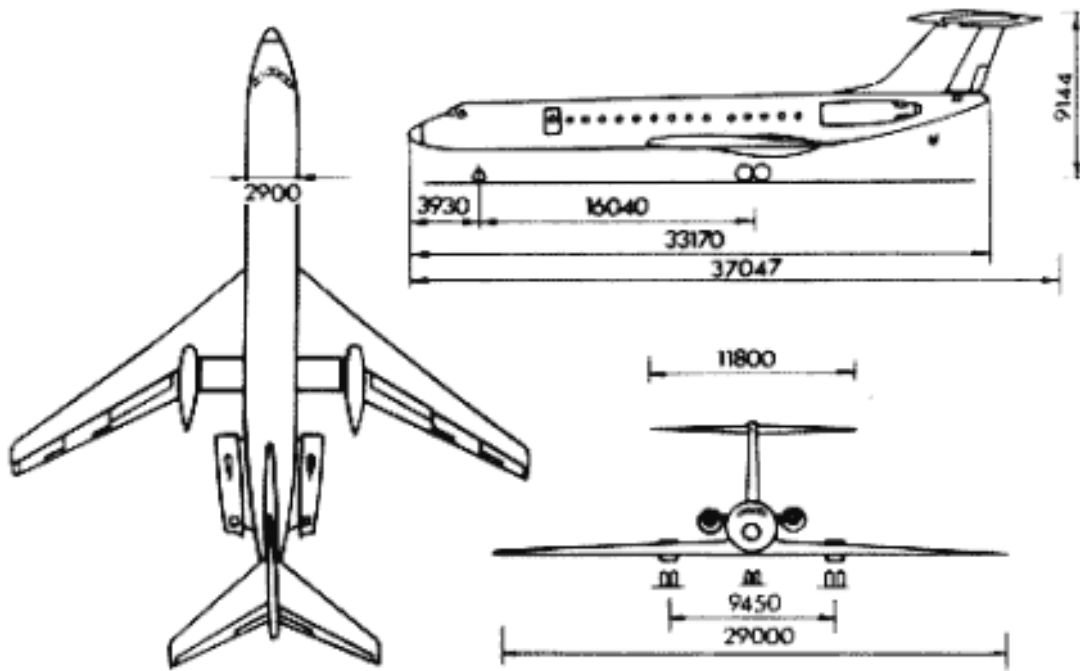


Рис. 1.1. Загальна габаритна схема літака Ан-158

1.5. Відомості про протиобліднювальну систему та їх види

Протиобліднювальна система або «ПОС» - сукупність технічних засобів, призначених для:

- запобігання наростання крижаного шару на конструкційних елементах літального апарату;

- видалення льоду з метою забезпечити експлуатацію літака в будь-які погодні умови і підвищити безпеку польоту в умовах обмерзання.

Системи протиобліднення поділяються на декілька типів:

1. Електротеплова ПОС

Електротеплова ПОС – це комплекс закладених під обшивкою літальних апаратів (ЛА) і в передній кромці повітряних гвинтів електронагрівальні елементи (найчастіше - з ніхромового або константанового дроту або стрічки), живлення на які зазвичай подається не безупинно, а за програмою - щоб уникнути як перевантаження системи електропостачання, так і перегріву. З цією ж метою електротеплова ПОС часто розбита на певні секції, наприклад, на літаку Іл-18 елементи обігріву крила і оперення розбиті на чотири симетричні секції, кожна з яких працює ~ 38 з загальним циклі довжиною ~ 154 с, а на літаку Ту -154 спочатку було вісім секцій протиобліднювачів предкрилків, число яких при доробках було скорочено спершу до чотирьох, а на всіх Ту-154М і встигли пройти модернізацію Ту-154Б-1 і Б-2 - до двох.

Живитися електротеплова ПОС може як постійною напругою 27 В (як правило, на застарілих типах літаків з основною системою електропостачання постійного струму, а також в мікропотужних споживачах як зразок обігріваються ПВД і ППД), так і змінним напругою 115/208 В. Наприклад, на літаку Ту-95 елементи обігріву крила живляться напругою 27 В, а елементи обігріву передніх кромок лопатей повітряних гвинтів (і лобової частини кока гвинта) - лінійною напругою 208 В. Також локально обігріваються з метою запобігання обмерзанню та спотворення знімаючих параметрів польоту різні датчики й сигналізатори, що працюють в повітряному потоці, наприклад: приймачі повного (ППД) або повітряного (ПВД) тиску, плити отворів приймачів статичного тиску, приймачі загальмованого повітряного потоку, датчики кута атаки і інші.

Практично на всіх типах ЛА обігрівається лобове скло пілотської кабіни. Скло виготовляються багат шаровими (також відоме як триплекс), і між шарами прокладена прозора струмопровідна плівка з електродами поблизу крайок скла.

На обігрівальний елемент скла подається змінна напруга від регульованого автотрансформатора, зазвичай в межах від 160 до 250 вольт (це залежить не тільки від типу скла, але є деякого індивідуального підходу навіть серед однотипних вікон). Також на багатьох ЛА обігрів скла двухрежимний.

Повний режим, який передбачає безперервну подачу живлення на електрообігрів скла, може використовуватися тільки в польоті, при інтенсивному охолодженні набігаючим потоком повітря. На Землі це може привести до розтріскування скла, тому встановлюються автомати обігріву, які подають живлення циклічно: після нагрівання до + 20-30 градусів живлення вимикається, скло остигає, потім процес повторюється знову. Кожне скло забезпечене парою термодатчиків (один робочий, другий запасний). Крім того, для запобігання запотівання скла зсередини кабіни на них подається тепле повітря з системи кондиціонування.

2. Повітряно-теплова ПОС

Повітряно-теплова працює за рахунок розтоплення льоду теплом відібраного від двигунів гарячого повітря. Найчастіше повітряно-теплова ПОС застосовується для обігріву нерухомих в польоті елементів конструкції літака (оперення, дверей, відсіку ДСУ, кромки крила), а також лопаток вхідних напрямних апаратів (ВНА) самих двигунів.

3. Хімічна ПОС

Хімічна ПОС працює на принципі розчинення льоду хімічним реагентом, найчастіше етиловим спиртом, водний розчин якого має значно нижчу температуру замерзання, ніж чиста вода. Також перед зльотом в умовах обмерзання (близька точка роси, нульова або негативна температура повітря) літальний апарат може бути оброблений реагентом зі спеціальної машини, в

даний час - найчастіше рідиною «Арктика», сумішшю етиленгліколю і протикорозійною присадкою.

Спиртова ПОС досить широко застосовувалося в ЛА середини 20-го століття, в більш пізніх ЛА спирт застосовувався тільки для обмивання лобового скла, як резерв до електрообігріву. Наприклад, хімічна ПОС встановлена на несучому гвинті вертольота «Ми-6».

4. Механічна ПОС

Механічна ПОС – протиобліднювальна система, принцип дії якої базується на деформації обшивки, під яку закачане стиснуте повітря. При цьому лід розколюється від вчиненої вібрації (або удару).

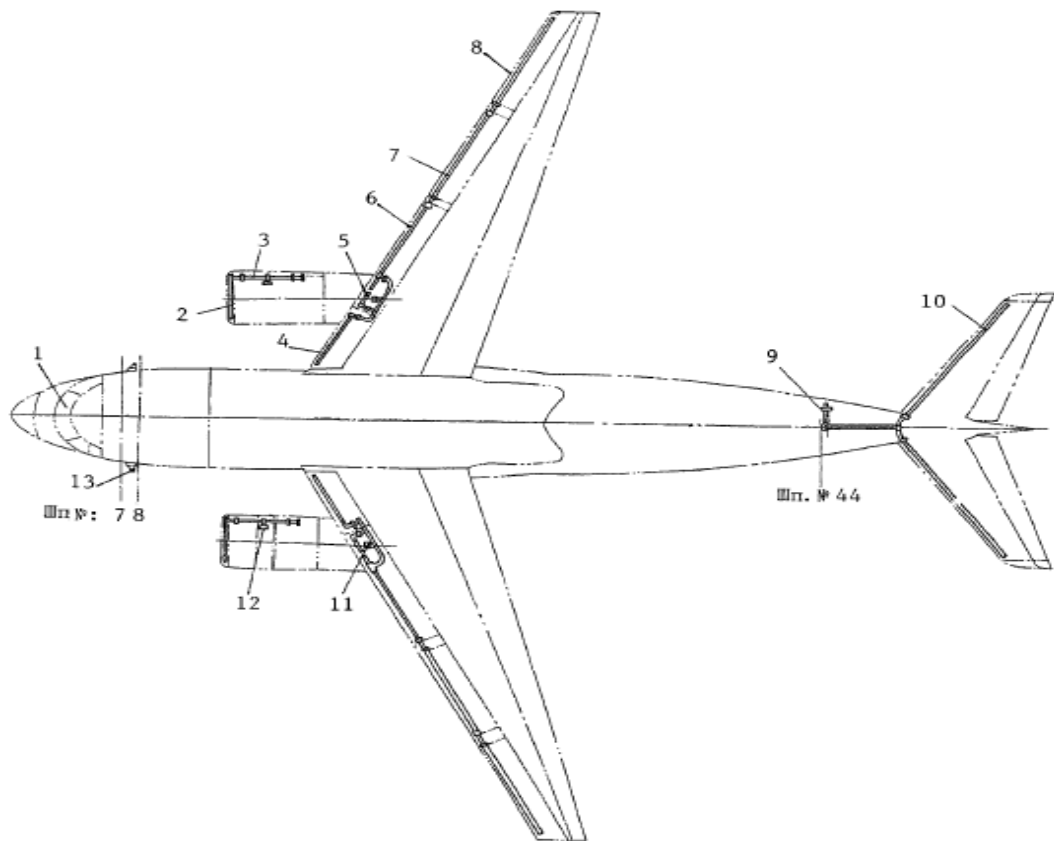


Рис. 1.2. Монтажна схема ПОС літака Ан – 158

На монтажній схемі ПОС зображено:

- 1 –нагрівальні елементи скла
- 2 - ПОС в носкі повітрозабірника двигуна
- 3 - трубопроводи ПОС на двигуні
- 4 - розподільча труба обігріву носку, що відхиляється
- 5 - розподільча труба обігріву носку, що не відхиляється
- 6 - розподільча труба обігріву 1-ї секції передкрилку
- 7 - розподільча труба обігріву 2-ї секції передкрилку
- 8 – розподільча труба обігріву 3-ї секції передкрилку
- 9 - кран-регулятор 60088A010000 ПОС горизонтального оперення
- 10 - розподільча труба обігріву носку стабілізатора
- 11 - кран-регулятор 60090A010000 ПОС крила
- 12 - кран-регулятор 60088A010000 ПОС повітрозабірника двигуна
- 13 – сигналізатор обледеніння EW – 164

1.6. Висновки до розділу

В цьому розділі було зазначено призначення літака Ан-158, його конструктивна схема, відмінності від Ан-148 а також його технічні характеристики.

Проведений огляд існуючих систем протиобліднення, їх призначення та види а також наведена монтажна схема системи протиобліднення на літаку Ан-158.

РОЗДІЛ 2

ПРОТИОБЛІДНЮВАЛЬНА СИСТЕМА ЛІТАКІВ СІМЕЙСТВА «АНТОНОВ»

2.1. Природа обледеніння та її вплив на літальний апарат

Обледеніння - це процес утворення льоду на поверхнях агрегатів літального апарату. У більшості випадків обледеніння літальних апаратів відбувається при польоті в атмосфері, містить переохолоджені краплі води, т. е. води в рідкій фазі при мінусовій температурі. При зіткненні з лобовими поверхнями агрегатів літального апарату переохолоджені краплі води швидко кристалізуються, утворюючи крижані нарости різної форми і розмірів. Досвід експлуатації авіаційної техніки показує, що обледеніння поряд з турбулентністю атмосфери, електричними розрядами, можливістю зіткнення з птахами є одним з найбільш небезпечних впливів природного зовнішнього середовища, яке істотно впливає на безпеку польоту. В умовах обмерзання лід утворюється на лобових поверхнях крила, рулів висоти і напрямку, на повітряних гвинтах, воздухозаборниках, засклення ліхтарів, на які перебувають в потоці датчиках пілотажно-навігаційних приладів і обтічниках антен (рис. 2.1). Обледеніння несучих поверхонь призводить до збільшення ваги літака, спотворення форми профілю і різкого погіршення аеродинамічних характеристик, що, в кінцевому рахунку, може привести до тряски літака, порушення поздовжнього балансування, втрати стійкості і звалювання літака.

Кафедра авіоники

НАУ 21 12 19 000 ПЗ

<i>Виконав</i>	<i>Швець Б.В.</i>			ПРОТИОБЛІДНЮВАЛЬНА СИСТЕМА ЛІТАКІВ СІМЕЙСТВА «АНТОНОВ»	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Керівник</i>	<i>Краснов В.М.</i>					19	63
<i>Консульт.</i>					173 «Авіоніка»		
<i>Н-контр.</i>	<i>Левківський В.В.</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Павлова С.В.</i>						

Обледеніння вхідних кромки воздухозабірників силових установок (рис. 2.1) збільшує нерівномірність поля швидкостей перед компресором, що може викликати помпаж (франц. *rompage* - відкачка) - одну з форм автоколивань, яка виражається в пульсації вступного потоку повітря і, як наслідок, до вібрації лопаток компресора і всього двигуна, що може викликати його руйнування. Скидання льоду в каналах воздухозабірників призводить до пошкодження компресорів.

Обледеніння лобового скла ліхтарів кабіни екіпажу може різко погіршити можливість візуального управління літаком, а обмерзання датчиків приладів систем навігації і управління є причиною їх неправильної роботи або відмови, що ускладнює пілотування.



Рис. 2.1. Відкладення льоду

2.2. Підсистеми протиобліднювальної системи

Склад протиобліднювальної системи і її монтажна схема наведено на рис. 2.2. Для боротьби з обмерзанням літак обладнаний протиобліднювальною системою (ПОС), яка складається з:

ПОС планера, лобових стекол, лопатей гвинтів, обтікачів втулок гвинтів, приймача повного тиску, повітрязабірників повітряно-масляного радіатора і вхідного направляючого апарату (ВНА), сигналізаторів обледеніння. ПОС забезпечують захист від обмерзання до температури мінус 30 ° С і складається з повітряно-теплової та електротеплової систем.



Рис. 2.2. Склад протиобліднювальної системи

2.3. Повітряно-теплова ПОС

Повітряно-теплова (ПТ) ПОС призначена для обігріву кромки крила.

Гаряче повітря для ПОС планера відбирається від XII ступені компресора двигуна. Відбір повітря дозволяється на всіх режимах роботи двигуна від польотного малого газу до малого газу при температурі зовнішнього повітря 10 ° С і нижче. Режим роботи ПТ ПОС - циклічний, тривалість циклів (часу подачі гарячого повітря) автоматично регулюється пристроєм управління і контролю ПОС крила УУКП-140 в залежності від температури зовнішнього повітря.

Передні кромки носових частин крила працюють в режимі "Теплого ножа" за рахунок невеликої постійної подачі гарячого повітря, в той час як основна подача гарячого повітря здійснюється циклічно. В результаті, лід в цих зонах швидше і легше розтає, як би розрізається напіл і несеться потоком, що набігає повітряним потоком, таким самим полегшується процес його видалення і зменшуються енергетичні витрати.

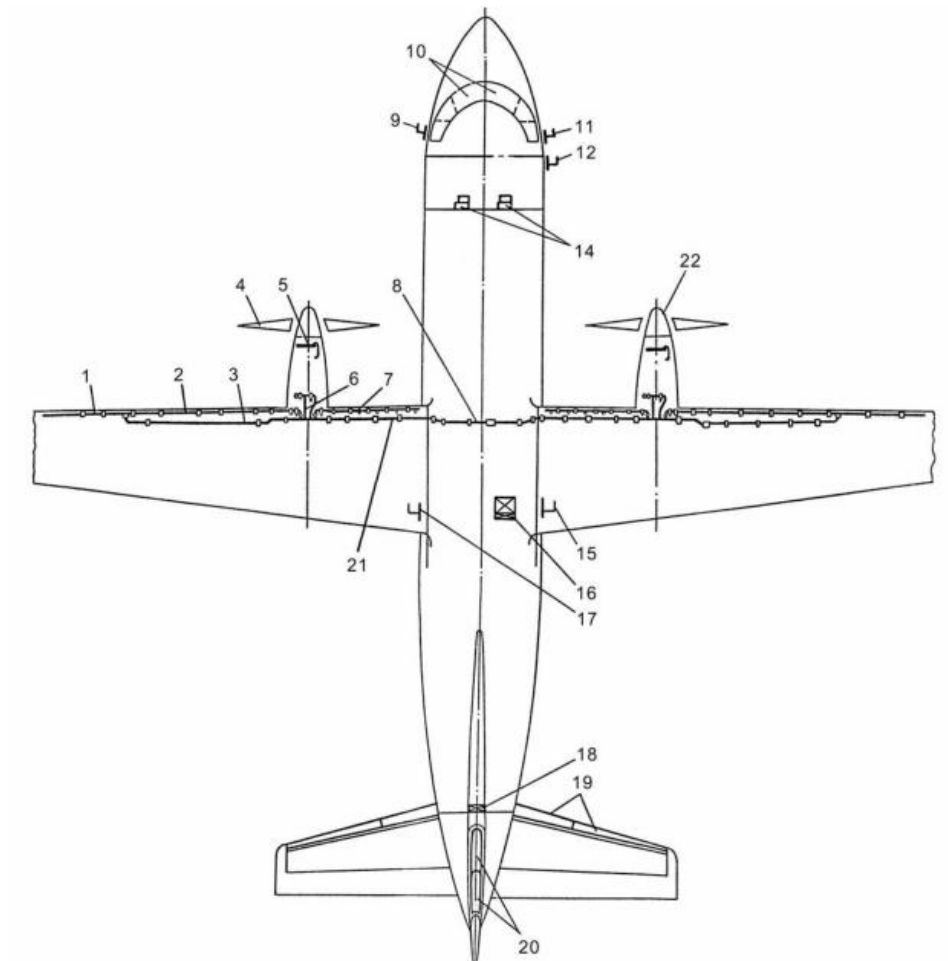


Рис. 2.3. Монтажна схема ПОС

1 - розподільна труба обігріву консольної частини носка лівої половини крила; 2 - розподільна труба обігріву середньої частини кромки лівої половини крила; 3 - трубопровід ПОС по передньому лонжерону крила; 4 - нагрівальні елементи лопатей гвинтів; 5 - кромка повітрозабірника; 6 - трубопроводи ПОС в гондолі двигуна; 7 - розподільна труба обігріву в кореневій частині кромки лівої половини крила; 8 - трубопровід ПОС центроплана; 9, 11 - сигналізатори

обмерзання EW-164; 10 - нагрівальні елементи лобових стекл; 12 - приймач повного тиску; 14 - блоки УУТС-140; 15 - датчик температури П-104М; 16 - блоки управління УУКП-140, УУКВ-140; 17 - датчик температури П-104М; 18 - блок управління УУКО-140; 19 - електронагрівачі носка правої консолі стабілізатора; 20 - електронагрівачі кіля; 21 - трубопровід ПОС в кореневій частині кромки лівої половини крила; 22 - електронагрівач кока гвинта.

Гаряче повітря підводиться через мікроежекторні труби (рис. 2.4), які прокладені в кромках крила, і розподіляється рівномірно по всій довжині. Мікроежекторна система працює за рециркуляційним принципом. Гаряче повітря після виходу з мікроежекторних труб змішується з повітрям, підсмоктується з порожнини кромки, і надходить на обігрів обшивки.

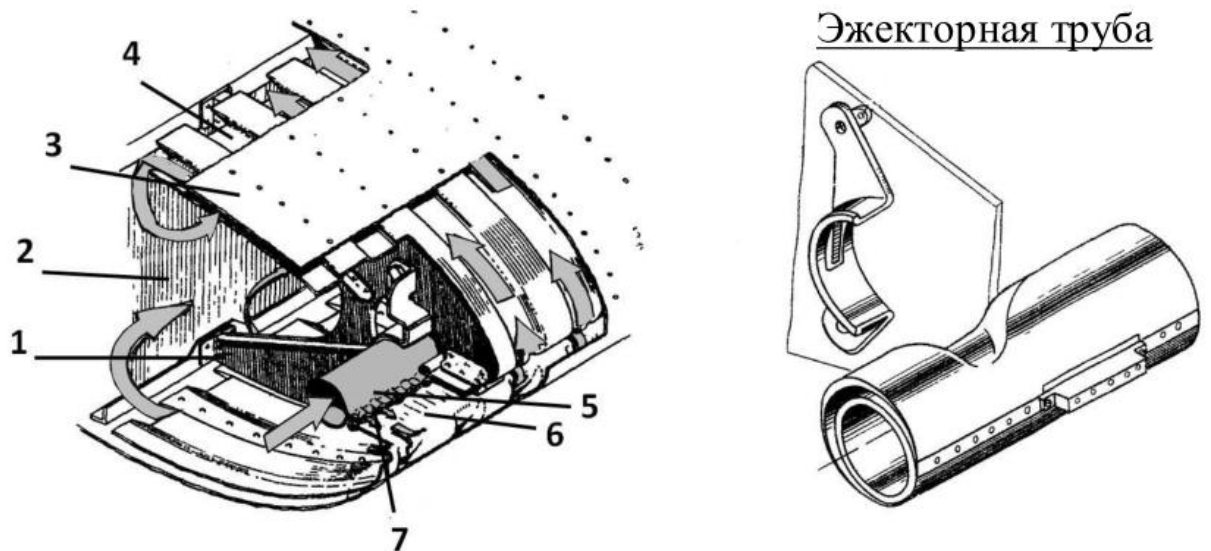


Рис.2.4. Повітряно-теплова ПОС кромки крила

1 - носок нервюри; 2 - лонжерон; 3 - зовнішня обшивка носка; 4 - гофрована обшивка носка; 5 - притиск; 6 – вкладиш; 7 - мікроежекторна труба; 8 - плоска частина гофрованої обшивки; 9 - ребро труби з мікросоплами.

Повітря по каналах протиобліднювача рухається від ребра атаки назад, нагріває обшивку і біля переднього лонжерона виходить в порожнину носка. Звідси частина повітря повторно надходить в канали протиобліднювача, а частина виходить в атмосферу через отвори в закінцівках крила і оперення.

2.4. Електротеплова ПОС оперення

Електротеплова ПОС оперення призначена для видалення льоду з закінцівок кіля і стабілізатора.

Режим роботи секцій нагрівачів хвостового оперення - циклічний, тривалість циклів (часу подачі електроживлення) автоматично регулюється пристроєм управління і контролю ПОС хвостового оперення в залежності від температури зовнішнього повітря. Передні кромки носових частин оперення також працюють в режимі «теплого ножа» за рахунок постійної подачі електроживлення на нагрівальний елемент, розташований по передній кромці поверхні, що захищається уздовж розмаху, а розташовані по сторонам секції нагрівальних елементів працюють циклічно. Нагрівальні елементи розміщені на панелях, які кріпляться до обшивки носової частини ГО і ВО (рис. 2.5). Кожна панель має клеми для приєднання проводів електроживлення. Підключенням живлення керує пристрій управління і контролю оперення УУКО-140.

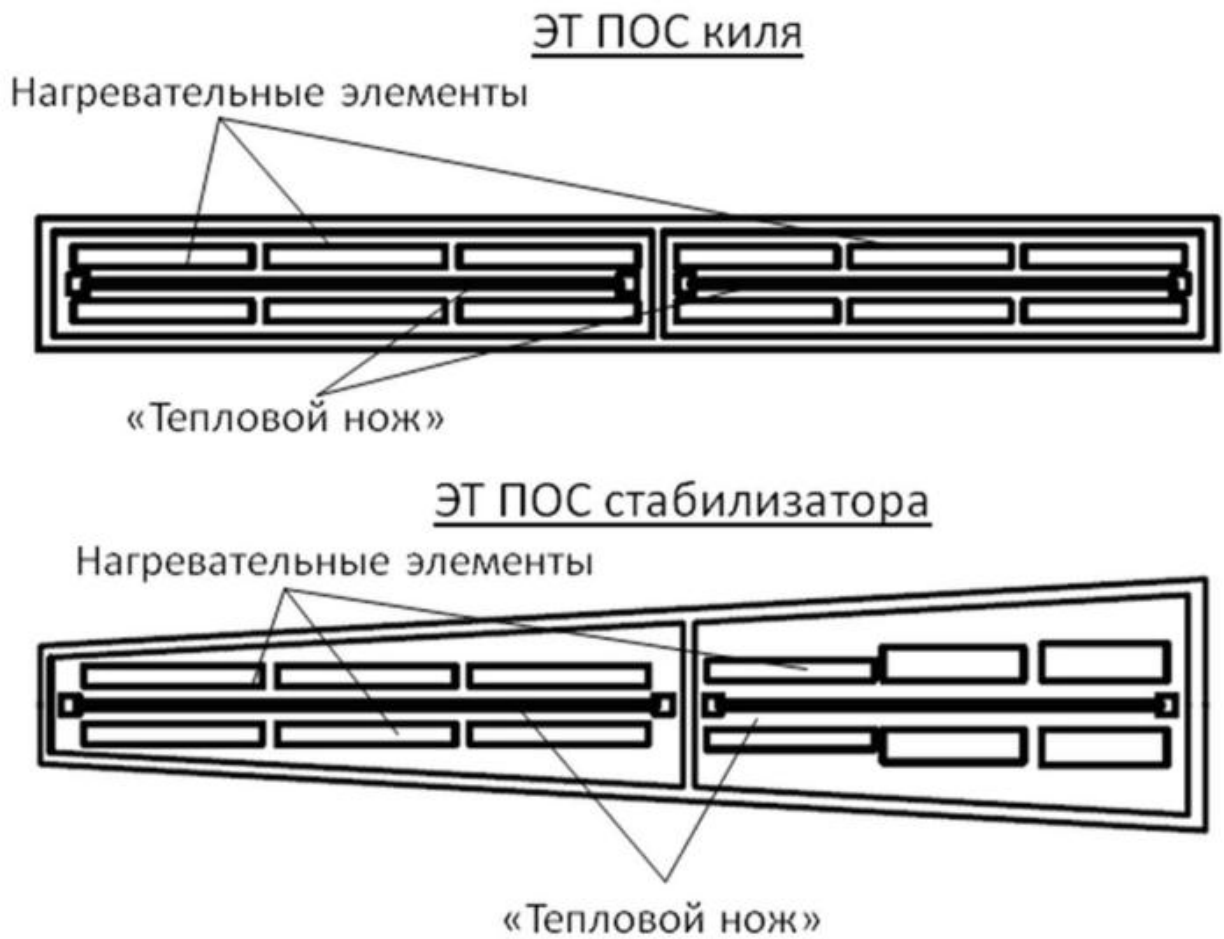


Рис. 2.5. Нагриваючі елементи хвостового оперення

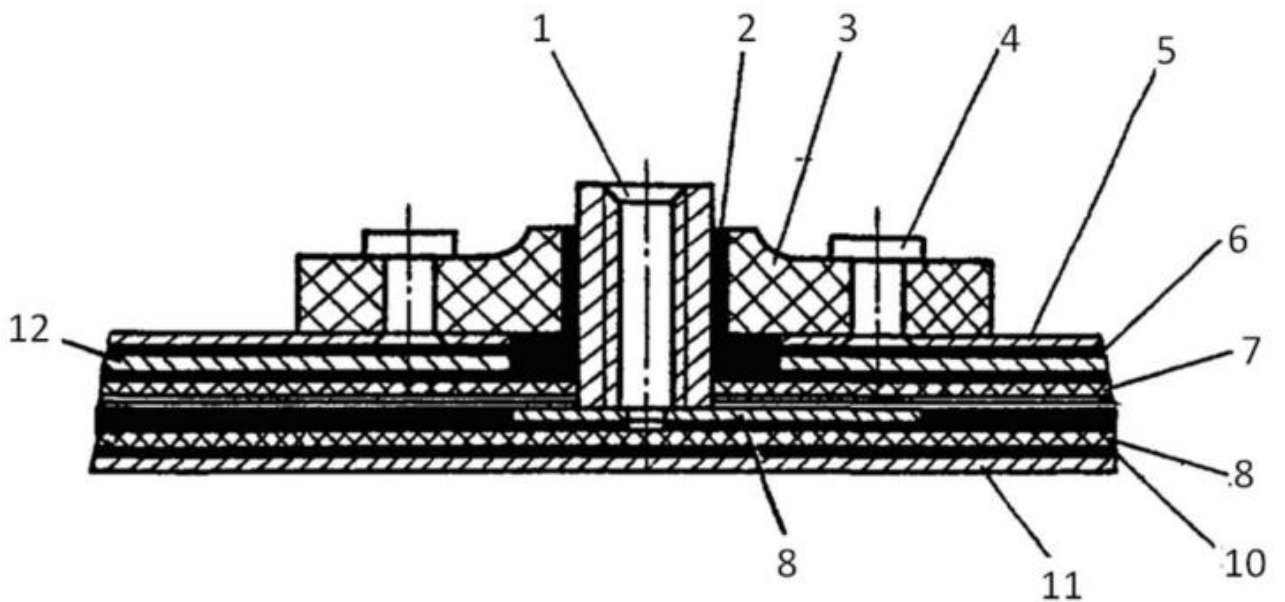


Рис. 2.6. Типовий вузол підведення електроживлення до нагривальних елементів стабилизатора і кия

1 - гніздо для гвинта під'єднання електроживлення (гайка); 2, 10 - герметик; 3 - шайба-ізолятор; 4 - заклепка; 5 - накладка; 6 - герметик; 7, 9 - тканина; 8 - нагрівальний елемент; 11 - обшивка зовнішня; 12 - обшивка внутрішня.

2.5. ПОС лопатей повітряних гвинтів і обтікачів втулок гвинтів

ПОС лопатей гвинтів і обтікачів втулок гвинтів (кока) - електротеплової системи, призначена для видалення льоду з обігрівуючих частин поверхні лопатей і обтікачів втулок гвинтів. Нагрівальні елементи розташовані в носках обігрівуючих лопатей і обтікачів втулок гвинтів.

Режим роботи секцій нагрівачів лопатей циклічний, тривалість циклів (часу подачі електроживлення) автоматично регулюється пристроєм управління і контролю ПОС лопатей повітряних гвинтів УУКВ-140 в залежності від температури зовнішнього повітря.

Секції нагрівачів лівого і правого гвинтів працюють поперемінно.

Монтаж панелей нагріву в обтічниках втулок гвинтів показаний на рис. 2.7.

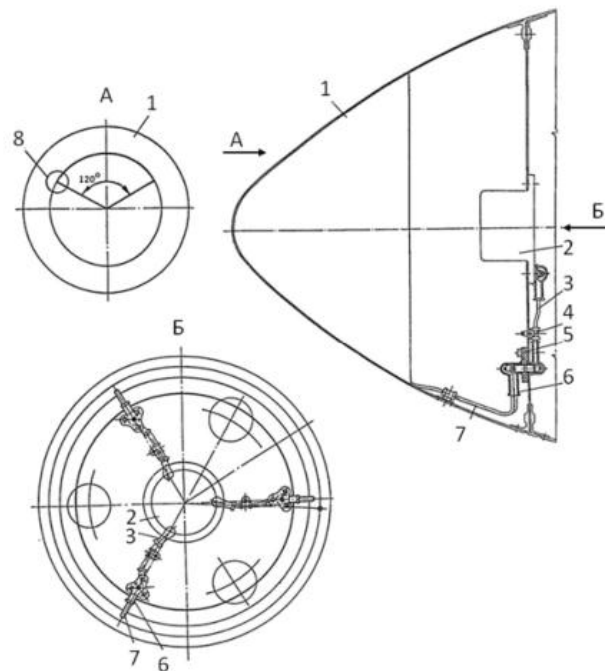


Рис. 2.7. Монтаж нагрівальних елементів в обтічнику втулки гвинта

1 - обігрівуюча панель кока; 2 - колектор; 3 - провід; 4 - хомут; 5 - колодка; 6 - ковпачок; 7 - провід.

2.6. ПОС повітрязабірників ВМР і ВНА двигунів

ПОС повітрязабірників ВМР і ВНА двигунів - повітряно теплова.

Режим роботи - постійний.

Гаряче повітря відбирається від XII ступені компресора.

Відбір повітря проводиться на всіх режимах роботи двигунів при температурі зовнішнього повітря плюс 10 °С і нижче. ПОС ВНА є складовою частиною двигуна.

2.7. ПОС лобового скла

ПОС лобового скла кабіни екіпажу – електротеплового типу система циклічної дії.

Нагрівальні елементи розташовані в лівому і правому лобовому склі. Нагрівальний елемент скла складається з трьох ізольованих один від одного секцій, усередині склеює шару другий (середній) по секціям розміщені два датчика температури, один з яких - робочий, другий - запасний.

Система управління обігрівом для кожного скла - автономна.

Управління обігрівом здійснюється пристроєм УУТС-140, що забезпечує температурний режим скла в діапазоні температур, відповідному зміни величини опору кола датчика температури від (144 ± 0.5) Ом до $(146 \pm 0,5)$ Ом. Пристрій УУТС-140 забезпечує роботу ПОС скла в режимах:

- автоматичного управління;
- ручного управління;
- контролю.

При автоматичному управлінні обігрівом скла - проводиться в ослабленому і інтенсивному режимах.

При включенні ПОС скла, обігрів проводиться в ослабленому режимі, при появі умов зледеніння - автоматично перемикається з ослабленого на інтенсивний режим. В ослабленому режимі до нагрівальних елементів скла підключається напруга 115 В, в інтенсивному - 200 В. При ручному управлінні обігрів скла здійснюється в інтенсивному режимі.

2.8. Склоочисники

Склоочисники складаються з електроприводу і поводково-щіткового механізму.

Встановлено склоочисники зліва і праворуч від осі симетрії літака під лобовим склом в районі шпангоута № 2 (рис. 2.8).

Електропривод забезпечує рух, що гойдає на вихідному валу, на якому кріпиться поводок зі щіткою. Щітка забезпечує ометіння зовнішньої поверхні лобового скла при включенні електроприводу.

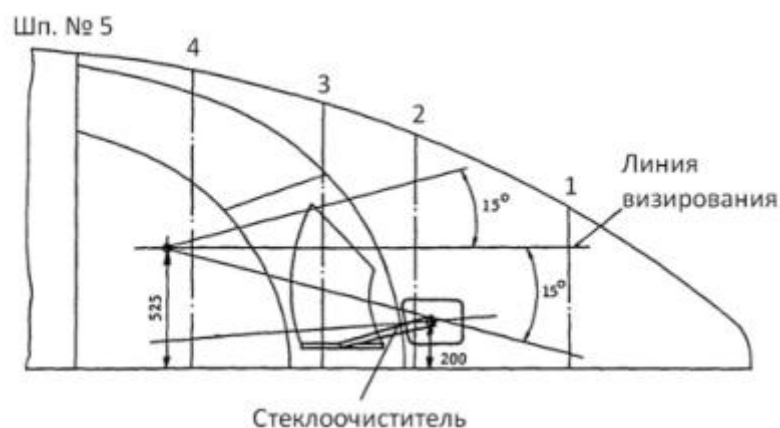


Рис. 2.8. Омітальний діапазон поверхні лобового скла

Склоочисник в залежності від положення перемикача має два режими руху щіток. При малій швидкості щітка здійснює 60 подвійних ходів, при великій швидкості - 120 подвійних ходів, в хвилину.

Живлення електродвигуна приводу склоочисника здійснюється напругою 115/200В трифазного змінного струму частотою 400 Гц.

Електросистема управління забезпечує:

- роздільне управління лівим і правим склоочисниками;
- роботу електроприводу склоочисника на малій і більшій швидкостях;
- зупинку і фіксацію щітки в початковому положенні.

2.9. Сигналізатори обмерзання

Сигналізатори обмерзання (рис. 2.9) призначені для сигналізації льодоутворення та видачі команд на включення автоматичного режиму роботи

ПОС планера, двигунів, гвинтів, обтікачів втулок гвинтів і скла, а також видачі сигналу в бортовий пристрій реєстрації (БУР) параметрів роботи систем літака. Робота сигналізатора обмерзання заснована на залежності частоти вихідного сигналу датчика від товщини плівки льоду на мембрані. При включенні живлення сигналізатора обмерзання мембрана датчика виробляє коливання, частота яких визначається її жорсткістю. Жорсткість мембрани підвищується при осіданні на ній льоду, що призводить до збільшення частоти її коливань. При товщині льоду від 0,3 мм і більше, яка визначається чутливістю сигналізатора обмерзання, частота коливань мембрани досягає такої величини, при якій видається сигнал на включення обігріву вібратора (для скидання льоду), на світлосигналізатори "обмерзання" в кабіну екіпажу і в бортовий реєстратор польоту.

Після скидання льоду з мембрани частота коливань відновлюється, сигнал зникає, обігрів вібратора відключається. Пристрої управління та контролю ПОС призначені для ручного та автоматичного керування ПОС планера, оперення, гвинтів, втулок гвинтів, скла по заданому алгоритму в залежності від температури зовнішнього повітря, а також для контролю і формування сигналів, що характеризують стан ПОС.

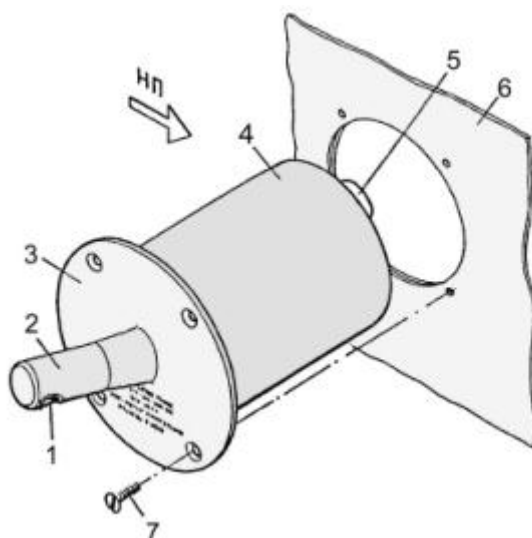


рис. 2.9. Сигналізатор обмерзання

1 - мембрана; 2 - сенсорна секція сигналізатора; 3 - фланець; 4 - корпус з електронної секцією; 5 - електричний роз'єм; 6 - обшивка літака; 7 – гвинт.

2.10. Особливості теплових протиобліднювачів

Для захисту сучасних літальних апаратів від обледеніння в переважній більшості випадків застосовуються теплові протиобліднювачі, які поділяються на дві основні групи: електричні та повітряно-теплові. Крім того, в окремих випадках, головним чином для захисту частин вхідних каналів двигунів, застосовуються протиобліднювачі, що використовують гаряче масло від двигуна.



Рис. 2.10. Зменшення потрібної потужності циклічних ПОС в порівнянні з ПОС постійної дії ($n_c = 1$)

Електричні ПОС таких великих частин, як крила і оперення літаків і несучі гвинти вертольотів, застосовуються майже виключно циклічної дії, оскільки потужність, необхідна для постійного обігріву цих частин, досягає сотень кіловат. Циклічна захист облідувальних поверхонь полягає в тому, що вони розбиваються на кілька секцій, які періодично нагріваються і охолоджуються, допускаючи при цьому утворення льоду деякої безпечної товщини, скидається при черговому нагріванні секції.

Повітряно-теплові ПОС до недавнього часу, як правило, були постійної дії. Проте великі потрібні витрати гарячого повітря, що призводять до помітного зменшення тяги деяких типів двигунів, змушують вдаватися до повітряно-теплових ПОС циклічного дії, незважаючи на деяке ускладнення конструкції.

При виборі схеми циклічної ПОС слід врахувати, що збільшувати кількість секцій доцільно тільки до певної межі, вище якого загальна економія потужності стає дуже невеликою (рис. 2. 1), складність ж системи, а отже, і вага її зростають

досить значно, особливо у повітряно-тепловій системі. Оптимальна кількість секцій визначається для кожної конкретної конструкції протиобліднювача.

2.11. Постійний обігрів поверхні

При постійному обігріві краплі води, потрапляючи на підігріту до позитивної температури поверхню, не замерзаючи, розтікаються по ній, поступово випаровуючись і частково здмухуючи потоком повітря. Якщо довжина обігріву зони виявиться недостатньою для повного видалення води, то остання намерзає на кордоні обігріву у вигляді бар'єрного льоду, спотворює контури обтічного тіла (рис 2.11).

Звичайно, що інтенсивність утворення бар'єрного льоду на одній і тій же обігрівуваної поверхні залежить від її температури і умов обледеніння: в одних умовах вода буде повністю віддалятися, в інших, більш важких - не буде, тоді й утворюється бар'єрний лід.

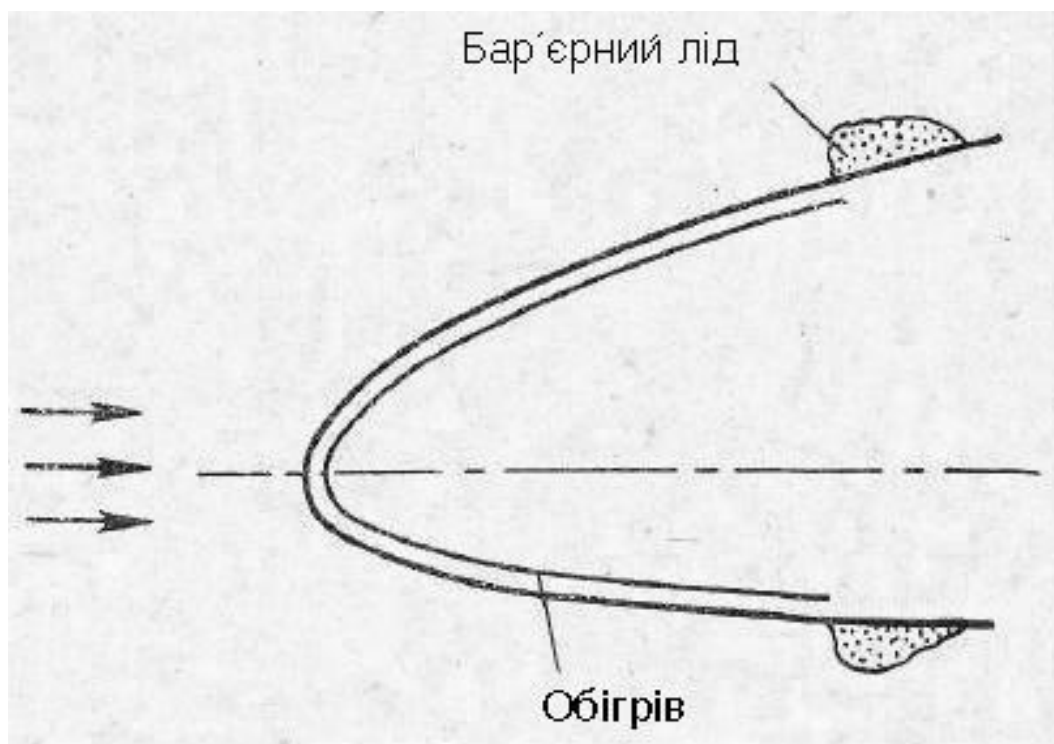


Рис 2.11. Бар'єрний лід, що виникає при дії системи неповного випаровування

Існує два різновиди протиобліднювачей постійної дії:

- так званий «протиобліднювач повного випаровування», який заздалегідь розрахований таким чином, щоб у всьому потрібному діапазоні умов зледеніння забезпечувалося повне видалення води з поверхні, іншими словами, протиобліднювач, не допускає утворення бар'єрного льоду в заданих умовах обледеніння;

- «Протиобліднювач неповного випаровування», який не розрахований на повне видалення розтікається по поверхні води (тобто протиобліднювач, що допускає утворення бар'єрного льоду).

Застосування протиобліднювачей повного випаровування вимагає підвищеної витрати тепла і пов'язано зазвичай з необхідністю захисту досить великих площ, особливо, якщо обігрів розрахований на забезпечення лише мінімальної (тобто рівною 0°C) температури нагріву поверхні. Тому їх застосовують для захисту лише тих частин, на яких неприпустиме утворення бар'єрного льоду. В інших випадках обмежуються протиобліднювачами неповного випаровування (враховуючи, що реальна ймовірність утворення великих бар'єрів льоду зазвичай невелика).

2.12. Циклічний обігрів поверхні

Як було сказано, при цьому способі на захищаємій поверхні утворюється шар льоду, який при черговому нагріванні секції повинен скидатися. Однак, якщо періодично нагрівається і охолоджується вся обліднювальна носова поверхня, то крижаний наріст, незважаючи на підтаювання його на кордоні зіткнення з підігрітою поверхнею, притискається до неї потоком і не скидається. При черговому охолодженні поверхні він знову примерзає і, таким чином, поступово досягається небажаних розмірів.

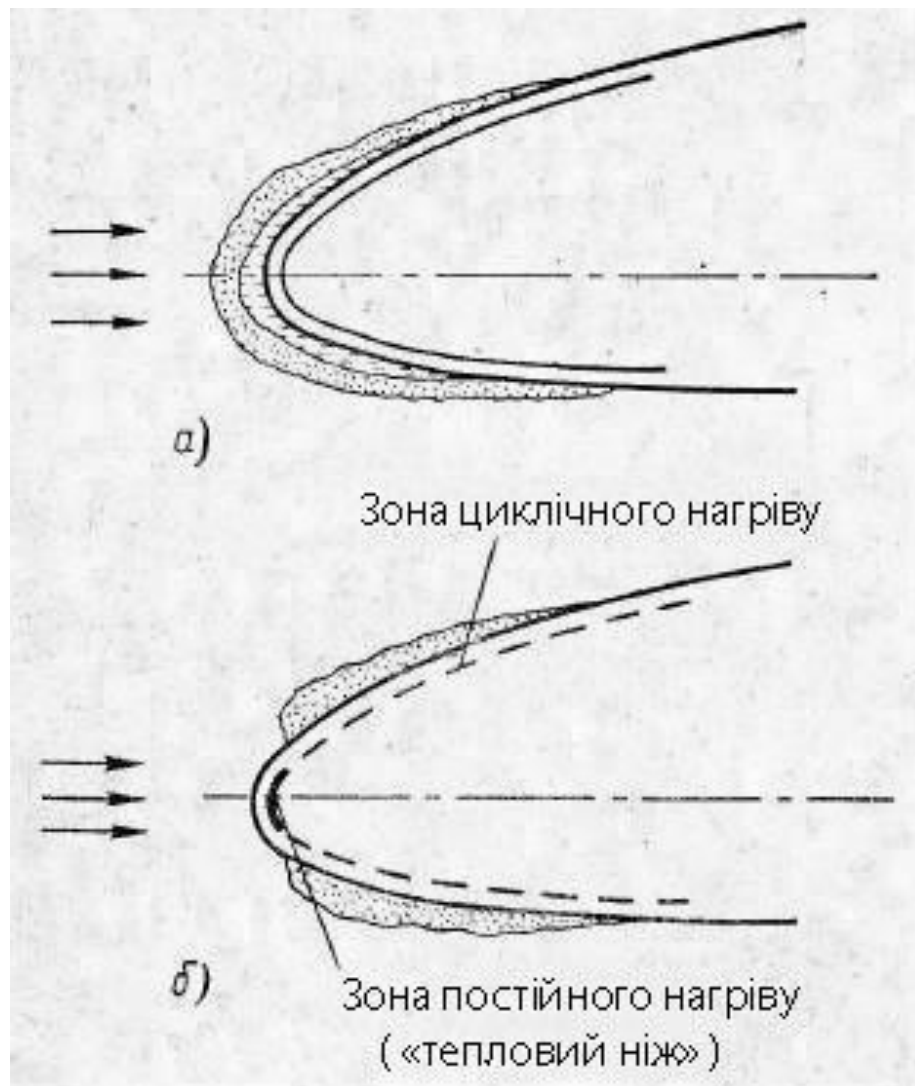


Рис 2.12. Крижаний наріст на носку профілю:

а – без «теплого ножа»; б – при наявності «теплого ножа»

Запобігти подібне явище вдається шляхом постійного про нагріву вузької смуги в межах передньої кромки, тобто застосуванням так званих «теплових ножів», які як би розрізають крижаний наріст на дві частини (див. рис. 2. 3, б). У деяких випадках «теплові ножі» застосовують також на стиках секцій протиобліднювачів, якщо ширина цих ділянок досить велика. У перший час використання циклічних протиобліднювачей існувала думка, що для стрілоподібних несучих поверхонь «теплові ножі» не потрібні. Проте досвід вітчизняних і зарубіжних досліджень останніх років показують, що аж до кута стріловидності $50\div 60^\circ$ ефективне видалення льоду без «теплових ножів» не забезпечується.

Інша особливість циклічного нагріву пов'язана з наступним суперечливим обставиною: щоб забезпечити роботу протиобліднювача при всіх заданих температурах обледеніння, питома потужність його визначається виходячи з найбільш низькою розрахункової температури.

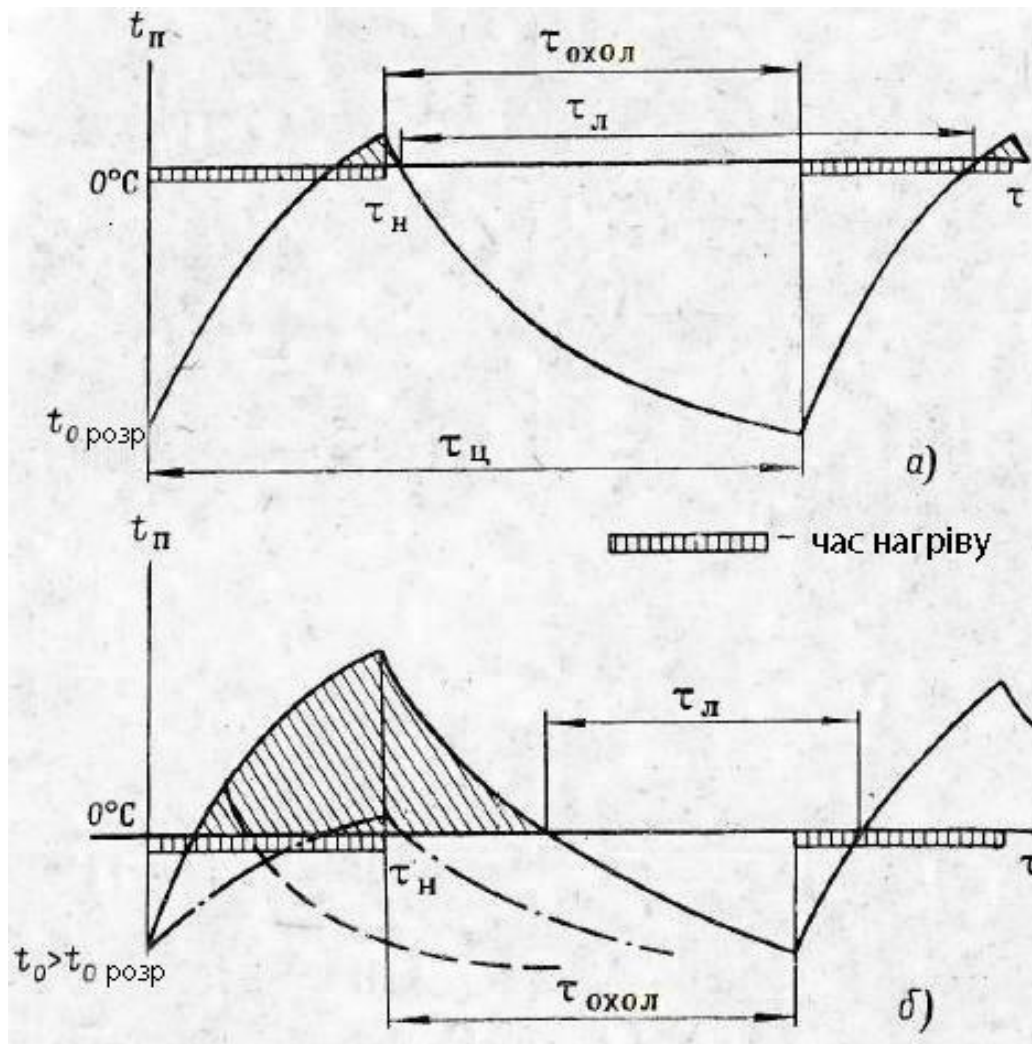


Рис. 2.13. Циклічний нагрів поверхні

- нерегульований (фіксований) цикл (а – при t_0 , близькою до розрахункової; б – при t_0 вище розрахункової) ;
- · — цикл, регульований по часу;
- · — цикл, регульований по потужності.

Очевидно, що при всіх більш високих температурах навколишнього повітря нагрівання поверхні виявляється зайвим, тобто поверхня вже після скидання льоду продовжує залишатися розігрітою і тим довше, чим вище навколишня температура (рис. 2. 4). У результаті від циклу до циклу утворюється бар'єрний лід, який при тривалому обледенінні може досягати значної величини. Для усунення (або зменшення) такого явища доводиться значно збільшувати зону обігріву і тим самим недоцільно витратити велику кількість енергії. Зменшити можливість утворення бар'єрного льоду протиобліднювачей з фіксованим циклом роботи можна також шляхом скорочення часу нагріву, завдяки чому вода не буде встигати розтікатися у великих кількостях. Однак внаслідок того, що при цьому потрібно відповідне підвищення питомої потужності, застосовувати занадто короткий час нагрівання теж, недоцільно.

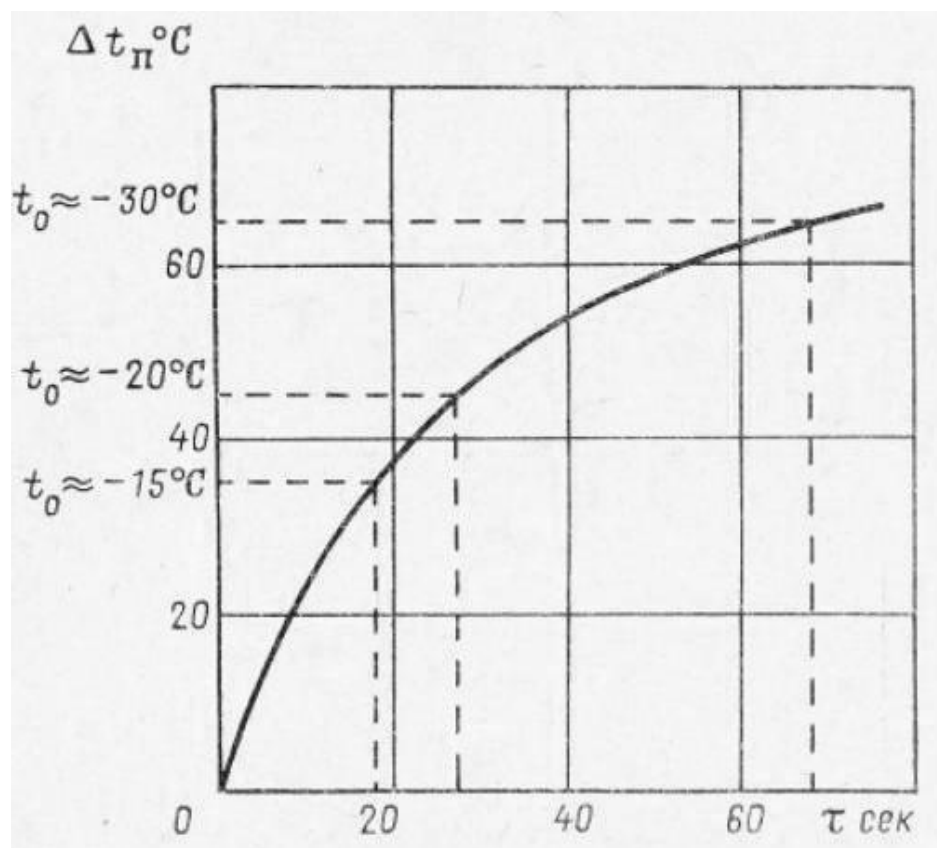


Рис. 2.14. Розширення діапазону ефективної роботи циклічного протиобліднювача шляхом регулювання часу нагріву

Інший, не менш істотний недолік нерегульованої ПОС пов'язаний з тим, що тривалість циклу обмежується допустимою товщиною $h_{л доп}$ льоду, який встигає нарости на поверхні під час охолодження

$$\tau_{i \text{ охл}} \leq \frac{h_{\text{доп}}}{I_{\text{е}}} = f(\omega) .$$

При розрахунковій (найбільш низькою у розрахунковому діапазоні) температурі $t_{0 \text{ розр}}$ водність, а отже, і $I_{л}$ невеликі, тому зазначена умова задовольняється. При більш високих температурах ж воно перестає задовольнятися, тобто товщина льоду за час циклу починає перевищувати допустиму величину $h_{л} > h_{л доп}$, а отже, і безпека польоту не може бути гарантована.

Зі сказаного випливає, що для забезпечення необхідної ефективності захисту від обледеніння, а також підвищення безпеки польоту час (або питома потужність) нагріву циклічної ПОС повинно змінюватися в залежності від температури навколишнього повітря і режиму польоту, а час охолодження - в залежності від інтенсивності обмерзання, іншими словами, необхідна система з регульованою циклічністю. Така система майже повністю попередить утворення бар'єрного льоду, не рахуючи того, що вона буде мати оптимальний к. к. д. у всьому діапазоні зовнішніх умов. У результаті необхідна для обігріву потужність може бути істотно зменшена - при низьких температурах необхідний температурний перепад може бути досягнутий при значно меншій питомій потужності за рахунок збільшення часу нагріву, що при фіксованому циклі неприпустимо (через небезпеку утворення бар'єрного льоду за час нагрівання і неприпустимою товщині льоду за час охолодження при більш високих температурах повітря).

2.13. Способи регулювання циклу

Найбільш простим і доступним способом є ручне перемикання, яке застосовується на низці зарубіжних і деяких вітчизняних літаках і вертольотах. Він полягає і тому, що при низьких t_0 включається тривалий цикл, при менш низьких - цикл коротшає, що і відповідає стандартної кривої водності. При цьому найчастіше застосовується пропорційне зменшення τ_n і $\tau_{охл}$, коли циклічність, тобто відношення $\tau_{ц} / \tau_n$, залишається незмінним. Проте така система має досить грубе регулювання (зазвичай застосовується не більше 2 ÷ 3 перемикань у всьому діапазоні температур) і відволікає увагу екіпажу в складних умовах польоту, коли останній і без того досить напружений. Тому таке перемикання використовується льотним складом не особливо охоче і досить часто система включається на максимальну тривалість циклу навіть при середніх температурах навколишнього повітря.

Значно ефективніше повинна бути система, керована спеціальним автоматом, який в залежності від температури навколишнього повітря безперервно змінював би час (або потужність) нагріву і залежно від фактичної інтенсивності обмерзання в даний момент - час охолодження, що може бути здійснено за допомогою інтенсиметра обледеніння, побудованого, наприклад, на принципі радіоактивного або термоелектричного сигналізатора обледеніння.

Для підвищення безпеки польоту в системі може бути передбачена сигналізація на випадок влучення в не розрахункові умови обмерзання, причому може бути два види сигналів небезпеки: якщо система вчасно не встигає скинути лід (тобто лід з черговою секції скидається вже після того, як він перевищить допустиму товщину), то в цьому випадку повинен бути виданий «сигнал небезпеки» за інтенсивністю; якщо ж інтенсивність невелика, але температура повітря нижче розрахункової і ось тому нагрівачі просто не в змозі розігріти поверхню до позитивної температури, необхідної для підтаювання льоду, то повинен бути «сигнал небезпеки по температурі повітря». Практично на пульті льотчика обидва сигналу можуть бути об'єднані в один.

Якщо потрібно включити ПОС до входу в хмарність, тобто до початку обмерзання, то для цього повинна бути передбачена можливість ручного включення

системи. Після отримання сигналу початку обмерзання льотчик може переключити систему на режим автоматичного регулювання.

Представляє інтерес ще одна система (макет її досліджувався автором у лабораторних умовах), основна відмінність якої від попередніх полягає в тому, що почергове перемикання секцій протиобліднювача виконується не розподільчим механізмом, а за допомогою термодатчиків, встановлених у нагрівачах поверхей секцій: коли температура обшивки чергової секції досягає заданої величини (трохи вище 0°C), сигнал від термодатчика через чутливу схему перемикає обігрів на наступну секцію. Завдяки цьому час нагрівання автоматично змінюється в залежності від навколишньої температури і режиму польоту, тобто у всіх випадках витримується оптимальний режим роботи протиобліднювача. Таким чином, перемикання секцій триває, поки не закінчиться обледеніння.

Очевидно, що подібна система при всіх зовнішніх умовах автоматично захистить обшивку від перегріву, крім того, при включенні системи на землі обшивка буде розігріватися не більше, ніж до декількох градусів вище нуля, що дозволить зручно і без небезпеки перегріву проводити передполітну перевірку системи.

2.15. Висновок до розділу

В розділі було розглянуто принцип побудови та основні складові системи протиобліднення, які були встановлені на таких літаках як: Ан-12, Ан-24, Ан-140 та Ан-148, а також подібним принципом побудови та загальним принципом роботи була здійснена модернізація для таких літаків як Ан-124 і в тому числі Ан-158.

Можна зробити висновок, що такий принцип побудови системи є надійним та заздалегідь раціональним рішенням так, як для певної частини літака використовуються окремі нагрівальні елементи або ж гаряче повітря яке в свою чергу відбирається від дванадцятої ступені (в залежності від типу двигуна) компресора двигуна, що дозволяє з максимальною економією та ефективністю налагодити систему протиобліднення для всіх функціональних систем та корпусу літака в цілому.

Також був проведений аналіз розрахунку потужності циклічних теплових ПОС та їх особливості використання на сучасних літаках.

Система протиобліднення є одною з найважливіших систем в літаководінні, без

неї складно уявити сучасне пілотування літальними апаратами на досить великих висотах, тому вона є одною з основних складових систем авіоніки.

РОЗДІЛ 3
ПРОТИОБЛІДНЮВАЛЬНА СИСТЕМА
ЛІТАКА АН – 158

3.1. Призначення та комплектність ПОС літака Ан-158

3.1.1. Загальні відомості про ПОС літака Ан-158

Протиобліднювальна система (ПОС) призначена для захисту літака від обледеніння.

До протиобліднювальної системи літака входять:

- ПОС планера (ПОС крила та оперення);
- ПОС повітрозабірників двигунів;
- ПОС переднього скла кабіни екіпажу;
- сигналізатори обледеніння.

ПОС планера – повітряно-теплова, призначена для перешкодження виникнення або видалення льоду з відхиляємих та невідхиляємих носків крила, передкрилків та носків стабілізатора.

ПОС повітрозабірників двигунів - повітряно-теплова, призначена для перешкодження виникнення або видалення льоду з носків повітрозбірників двигунів.

ПОС переднього скла - призначена для перешкодження виникнення або видалення льоду та очистки поверхні скла (видалення з них води, талого льоду та снігу).

Сигналізатори обледеніння EW164 – призначені для сигналізації наявності обледеніння та видачі команд на ввімкнення підсистем ПОС у режимі автоматичного управління.

3.1.2. Загальні складові системи та їх опис

Відбір повітря для ПОС планера здійснюється від СПВ (ПВП1 і ПВП2 сьома ступенями КВТ двигунів №1, №2), для ПОС повітрозабірників двигунів – від 4 ступіні КВТ двигунів.

Кількість повітря, який подається на обігрів повітрозабірників двигунів, крила і оперення регулюється клапанами - регуляторами.

Управління клапанами – регуляторами здійснюється системою ПУКП – 148 №1 і №2 по заданому алгоритму управління.

Для забезпечення заданого алгоритму управління ПУКП повинен отримувати та обробляти наступну інформацію:

- температуру зовнішнього повітря (загальмовану та незагальмовану);
- абсолютний тиск повітря, швидкість та висоту польоту – від ІКВШП;
- сигнали про наявність обледеніння – від сигналізаторів обледеніння;
- сигнали про ввімкнення в автоматичний або ручний режим роботи - від кнопок – табло у кабіні екіпажу;
- сигнал на мнемосхемі «ОТКАЗ ДВИГАТЕЛЯ 1, 2» - від датчика тиску масла;
- сигнал на мнемосхемі «ШАССИ НЕ ОБЖАТО» - від СУЗЛО;
- стан та режим роботи СПВ – від контролерів СПВ;
- температуру та тиск повітря, які подаються в ПОС від СПП – від контролерів СПП;

- тиск в магістралях ПОС після кранів регуляторів – від датчиків тиску;
- температуру повітря в магістралях ПОС оперення і ПОС повітрозабірників двигунів – від датчиків температури в системі;
- температуру обігріваної поверхні (крило і оперення) – від датчиків температури поверхні.

Кожний ПУКП має 5 каналів управління:

- 2 канали для ПОС повітрозабірників двигунів;
- 2 канали для обігріву крила;
- 1 канал для обігріву оперення.

В штатній ситуації ПОС планера управляється ПУКП №1 (3 канали управління), ПОС повітрозабірників двигунів – ПУКП №2 (2 канали управління). Управління по кожному каналу не залежне від роботи інших каналів.

Кожний канал має два контури управління – основний та резервний. У штатній ситуації тиск повітря, яке надходить у систему, регулюється основним контуром у функції від температури обледеніння поверхні, а резервний обмежує регулювання тиску у заданому діапазоні. У випадку відмови основного каналу управління системою забезпечує резервний контур в функції від тиску. При цьому тиск в системі регулюється тільки по верхньому значенню.

У випадку відмови основного і резервного контуру якого-небудь каналу одного ПУКП управління підсистемами ПОС цього каналу автоматично переключається на резервний контур другого прибору.

При обігріві консолей крила втримується симетрія температурних режимів. У випадку відмови або відключення обігріву однієї консолі, друга відключається автоматично. У випадку відмови основного контуру і переході на резервний контур каналу управління однієї консолі крила канал управління другою консоллю також переходить на резервний контур управління.

Між приборами ПУКП №1 і №2 здійснюється обмін інформацією про стан системи.

Структурну схему взаємодії елементів ПОС планера зображено на рис. 3.1.

3.2. Режими роботи ПОС, управління системою і контроль

Нормальними умовами роботи ПТ ПОС крила є такі:

- працюють два двигуни;
- температура зовнішнього повітря нижче +10 °С;
- перемикачі "ЛЕВ КРЫЛО ПРАВ" знаходяться в положення "АВТ".

При надходженні сигналу "ОБЛЕДЕНЕНИЕ" на УУКП-140, пристрій видає сигнал на відкриття заслінок відбору 3273Б і заслінок байпасних ліній 3273Б обох двигунів. При повному відкритті заслінок з їх кінцевих вимикачів надходить сигнал відкритого положення заслінок, по якому загораються відповідні табло на мнemoіндикаторі ПОС. При відкритті заслінок відбору 3273Б відкриття регуляторів тиску УФ 90154-063 відбувається автоматично впродовж 3 секунд при наявності тиску в системі.

При наявності тиску в системі 0,6 кгс/см² спрацьовує сигналізатор тиску МСТВ-0,6АМ і пристрій УУКП-140 видає сигнал на відкриття заслінок 3464 циклічного обігріву. При цьому на мнemoіндикаторі ПОС загораються табло відбору і табло кореневої, середньої та консольної частин крила. По сигналах з кінцевих вимикачів заслінок 3464 циклічного обігріву блок УУКП-140 контролює черговість відкриття і закриття цих заслінок.

3.2.1. Робота ПОС планера літака

При натисканні на кнопки – табло «КРЫЛО» і «СТАБ» система вмикається в режим автоматичного керування, при цьому гаснуть сигнальні поля «ОТКЛ» цих кнопок – табло.

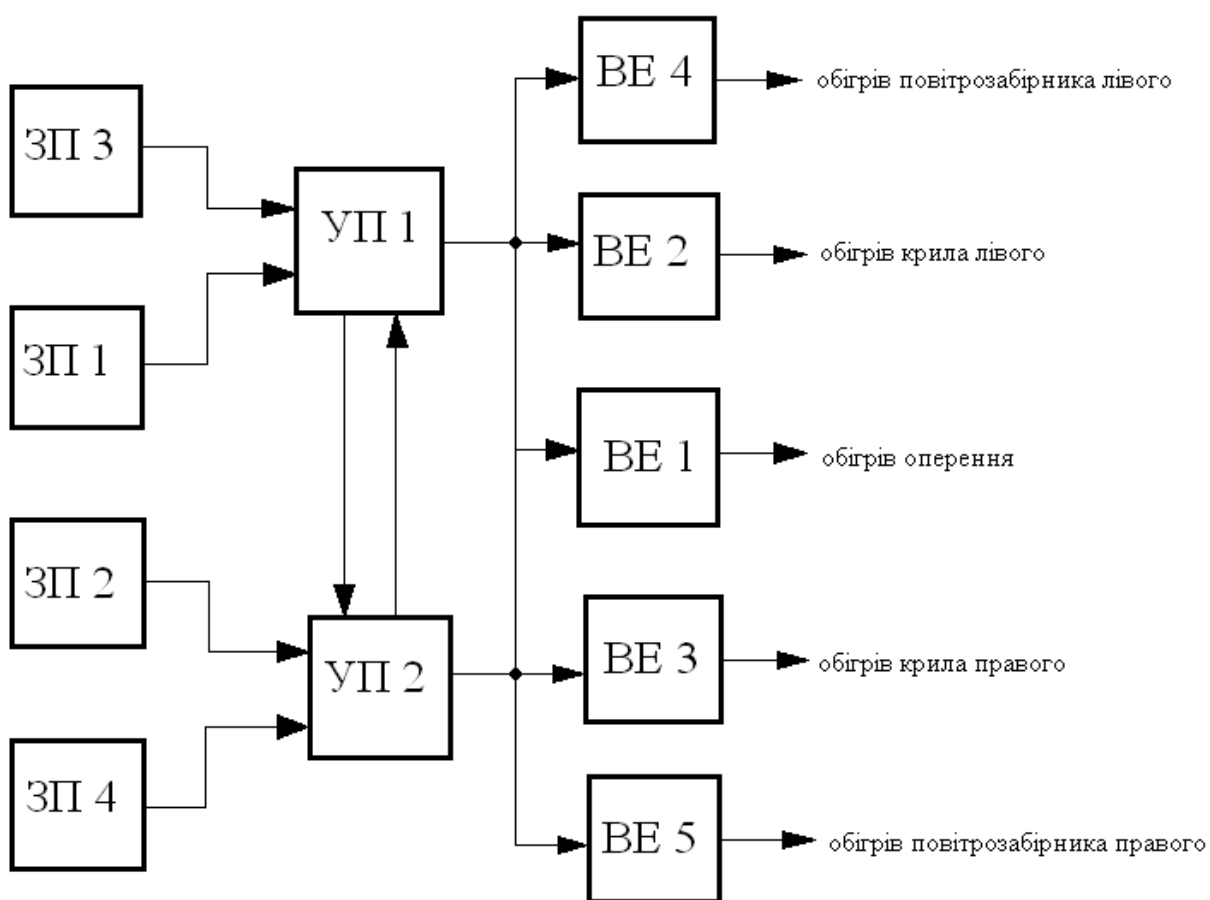


Рис. 3.1. Структурна схема ПОС планер

ЗП1, ЗП2 (задаючі пристрої) – сигналізатори обледеніння

ЗП3, ЗП4 (задаючі пристрої) – кнопки-табло ручного управління ПОС

УП1, УП2 (управляючі пристрої) – ПУКП №1 і ПУКП №2

BE1 (виконуючий елемент) – кран-регулятор ПОС оперення

BE2, BE3 (виконуючі елементи) – крани-регулятори ПОС крила

BE4, BE5 (виконуючі елементи) – крани-регулятори ПОС повітрязабірник

При наявності умов обледеніння за сигналом сигналізатора обледеніння ПУКП №1 видає команди:

- в СПП на перенастроювання регулювання температури повітря, яке подається в ПОС, на $230 \pm 10^\circ \text{C}$;
- на відкриття крану кільцювання;
- на відкриття кранів – регуляторів;

Крани – регулятори відкриваються, гаряче повітря надходить у розподільчі труби відхилюємих та невідхилюємих кромок крила, передкрилків і носків стабілізатору. Подача повітря регулюється згідно із заданим алгоритмом управління.

При обігріві консолей крила втримується симетрія температурних режимів.

Відключається система в автоматичному режимі після зняття сигналу «ОБЛЕДИНЕНИЕ». При цьому крани – регулятори закриваються і на ПУКП надходять сигнали закритого положення кранів – регуляторів.

В ручному режимі ввімкнення ПОС планера відбувається незалежно від наявності або відсутності сигналу «ОБЛЕДИНЕНИЕ» при натисканні кнопки – табло «РУЧ ВКЛ». При цьому кнопки – табло «КРЫЛО» і «СТАБ» повинні бути натиснуті. Робота системи в ручному режимі аналогічна роботі в автоматичному режимі.

Відключення системи в ручному режимі вручну відтисканням кнопок – табло «КРЫЛО» і «СТАБ».

Якщо через 20^{+5} с система не вимкнеться, загоряться сигнальні поля «ОТКАЗ» кнопок – табло «КРЫЛО» і «СТАБ».

Якщо при увімкненні ПОС планера кран кільцювання автоматично не відкрився, ПОС планера автоматично вимикається і загоряються сигнальні поля «ОТКАЗ» кнопок – табло «КРЫЛО» і «СТАБ».

У випадку відмови датчика температури поверхні що обігривається керування перемикається з основного контуру ПУКП №1 на резервний контур цього ПУКП.

Якщо при керуванні системою основним контуром температура якого-небудь протиобліднювача через 200 с після ввімкнення системи не досягла заданої

величини, то підсистема що відмовила автоматично вимикається, а в СУЗЛО видаються сигнали про відмову цієї підсистеми.

Якщо при керуванні системою резервним контуром через 35 – 40 с після ввімкнення системи значення абсолютного тиску повітря за регулятором вийшло за встановлений діапазон, то підсистема що відмовила повинна автоматично вимкнутись, а в СУЗЛО видається сигнал про відмову відповідної підсистеми.

Якщо при керуванні системою резервним контуром через 30^{+5} с після ввімкнення системи температура повітря що надходить в ПОС крила нижча 220°C , а в ПОС оперення – нижче 200°C , то підсистема що відмовила автоматично вимикається, а в СУЗЛО видається сигнал про відмову відповідної підсистеми.

3.2.2. Робота ПОС повітрозабірників двигунів

При вимкненій ПОС повітрозабірників двигунів кнопки – табло «ДВИГ 1» і «ДВИГ 2» відтиснуті – горять сигнальні поля «ОТКЛ» цих кнопок – табло.

При натисканні на кнопки – табло «ДВИГ 1» і «ДВИГ 2» система вмикається в режим автоматичного керування, при цьому гаснуть сигнальні поля «ОТКЛ» цих кнопок – табло.

При наявності умов обледеніння по сигналу сигналізатора обледеніння ПУКП № 2 видає команду на відкриття кранів – регуляторів.

Крани – регулятори відкриваються, гаряче повітря поступає в розподільчі труби носків повітрозабірників двигунів. Подача повітря регулюється у відповідності до заданого алгоритму управління. При цьому верхній діапазон температур для ПОС повітрозабірників двигунів не регламентується.

Вимикається система в автоматичному режимі після зняття сигналу «ОБЛЕДИНЕНИЕ». При цьому крани - регулятори зачиняються і на ПУКП надходять сигнали зачиненого положення кранів – регуляторів.

В ручному режимі ввімкнення ПОС повітрозабірників двигунів відбувається при натисканні кнопки – табло «РУЧ ВКЛ» незалежно від наявності або відсутності сигналу «ОБЛЕДИНЕНИЕ». при цьому кнопки – табло «ДВИГ 1» і «ДВИГ 2»

повинні бути натиснуті. Робота системи в ручному режимі аналогічна роботі в автоматичному режимі.

Вимикається система в ручному режимі вручну, відтисканням кнопок – табло «ДВИГ 1» і «ДВИГ 2».

Якщо через 20^{+5} с система не вимкнеться, загоряються сигнальні поля «ОТКАЗ» кнопок – табло «ДВИГ 1» і «ДВИГ 2».

При ввімкненні ПОС повітрязабірників двигунів у випадку зупинки двигуна автоматично вимикається ПОС двигуна що відмовив.

У випадку відмови датчика температури поверхні що обігрівається керування перемикається з основного контуру ПУКП №2 на резервний контур цього ПУКП.

Якщо при керуванні системою основним контуром через 200 с після ввімкнення системи температура протиобліднювача якого-небудь повітрязабірника двигуна не досягла заданої величини, то підсистема що відмовила автоматично вимикається, а в СУЗЛО видаються сигнали про відмову відповідної підсистеми.

Якщо при керуванні системою резервним контуром через 35 – 40 с після ввімкнення системи значення абсолютного тиску повітря за регулятором вийшло за встановлений діапазон, то підсистема що відмовила повинна автоматично вимкнутись, а в СУЗЛО видається сигнал про відмову відповідної підсистеми.

Якщо при керуванні системою резервним контуром через 30^{+5} с після ввімкнення системи температура повітря що надходить в ПОС повітрязабірника двигуна нижча 190° С, , то підсистема що відмовила автоматично вимикається, а в СУЗЛО видається сигнал про відмову відповідної підсистеми.

3.2.3. Робота ПОС скла

Справність ланцюгів сигналізації перегріву в польоті не контролюється. При підключенні напруги 27В до бортової мережі літака здійснюється контроль логічної частини пристрою 40 – А2 та справності ланцюгів елементів системи.

Основні дані:

Напруга живлення постійного струму.....24 – 30В

Споживча потужність.....не більше 30 Вт

Трифазна напруга живлення змінного струму:

- фазне.....108 – 119 В

- лінійне.....195 – 205 В

- частота.....340 – 510 Гц

Номинальний комутуємий струм у режимі:

- послаблений обігрів.....1,15 – 2,35 А

- інтенсивний обігрів.....1,9 – 3,8 А

- споживча потужність електронагрівачем.....не більш ніж 400 Вт

- час безперервної роботи.....12 г

По закінченню контролю з контакту 18 роз'ємну Х4 пристрою напруга 27В підключається до блоку 33.64 – А9 – загоряється сигнальне поле «ОТКЛ» кнопки – табло 40 – S3.

Ввімкнення ПОС скла в режим автоматичного керування здійснюється при натисканні кнопки – табло 40 – S3, при цьому напруга 27В:

- відмикається від контакту 18 роз'єму Х4 пристрою 40 – А2 – гасне сигнальне поле «ОТКЛ» кнопки – табло 40 – S3, в БУР видається сигнал про ввімкненні обігріву скла;

- підключається до контакту 17 роз'єму Х4 пристрою 40 – А2, в результаті напруга 115В підключається з контактів роз'єму Х2 пристрою до нагрівальних елементів скла 40 – А4. В БУР видається сигнал про справність ПОС скла. Обігрів скла відбувається в послабленому режимі.

По мірі прогріву скла опор датчика температури збільшується і в момент, коли опор ланцюгу датчику температури буде рівним $(146 \pm 0,5) \text{ Ом}$, пристрій 40 – А2 відключить обігрів скла 40 – А4.

Скло почне охолоджуватись. По мірі його охолодження опор датчика температури зменшується і при значенні опору ланцюга датчика температури

(144±0,5)Ом відбувається повторне ввімкнення обігріву. Обігрів скла відбувається циклічно.

При наявності умов обледеніння до нагрівальних елементів скла 40 – А4 підключається напруга 200В, обігрів скла перемикається з послабленого режиму на інтенсивний. Якщо скло обігривається в послабленому режимі не менш ніж 5 хв. або опор ланцюга датчика температури більше 140 Ом, перемикавання відбувається одночасно з появою сигналу про обледеніння.

При виході із зони обледеніння обігрів скла перемикається в послаблений режим.

В режим ручного управління ПОС скла переводиться натисканням кнопки – табло 40 – S4 «РУЧ ВКЛ». напруга 27В підключається з контакту 21 роз'ємну Х4 пристрою 40 – А2 до блоку 33.64 – А9 – загоряється сигнальне поле «ВКЛ» кнопки – табло 40 – S4. при ручному управлінні обігрів скла відбувається в інтенсивному режимі, при цьому вмикається в цей режим зразу, якщо опор ланцюга датчика температури більше 140 Ом, або через 5 хв обігріву в послабленому режимі.

Якщо в режимі ручного управління обігрів скла не перемикається з послабленого на інтенсивний, пристрій 40 – А2 переходить в режим автоматичного управління і обігрів скла відбувається в послабленому режимі. В БСТО видається сигнал про відмову пристрою.

При наявності несправності в системі, в залежності від її характеру, пристрій 40 – А2 вимикає відповідно:

- обігрів скла;
- обігрів першої та третьої секцій;
- обігрів першої секції;
- обігрів третьої секції.

Пристрій 40 – А2 вимикає обігрів скла у випадку:

- несправності самого пристрою ПУТС – 140М;
- наявності обриву або короткого замикання в ланцюзі датчика температури;

- короткого замикання нагрівального елемента або в ланцюзі живлення нагрівального елемента будь якої з трьох секцій;

- перегріву скла;

- відсутності або невідповідності значенню струму що вимагається в нагрівальному елементі другої секції скла.

При цьому з контакту 22 роз'єму Х4 пристрою 40 – А2 напруга 27В підключається до блоку 33.64 – А7 – загоряється сигнальне поле «ОТКАЗ» кнопки – табло 40 – S3, в СУЗЛО видається сигнал для формування текстового повідомлення про відмову обігріву скла.

Якщо стався обрив нагрівального елемента першої або (та) третьої секції або струм в секції не відповідає значенню що вимагається (окрім короткого замикання) або відсутності, в режимах послабленого і інтенсивного обігріву пристрій 40 – А2 вимикає обігрів відповідної секції.

Якщо на вході пристрою 40 – А2 відсутня фаза А або (чи) С напруги 115/200В, пристрій вимикає обігрів:

- першої секції – при відсутності фази А в режимі інтенсивного і послабленого обігріву;
- третьої секції – при відсутності фази С в режимі інтенсивного і послабленого обігріву;
- першої та третьої секцій – при відсутності фаз А і С в режимі послабленого обігріву;
- першої та третьої секцій – при відсутності фази А в режимі інтенсивного обігріву.

Перемикач обігріву з ослабленого режиму на інтенсивний можливе при відсутності тільки фази А.

В кожному випадку в БСТО видається сигнал у відповідності з характером несправності у системі.

Обдув скла утворюється повітрям, яке відбирається із СКП. Якщо заслінка крана відбору відчинена на кут менш ніж 75°, повітря для обдуву скла додатково не підігрівається.

При відчиненні заслінки на кут 82° спрацьовує мікроперемикач S1 крану 40 – Y2, в результаті мінус бортової мережі підключається до контакту 15 роз'єму X4 пристрою 40 – A2. При сумарній витраті повітря більш ніж 600кг/г пристрій 40 – A2 підключає напругу 200В до електронагрівача 40 – E3, підігрів повітря для обдуву скла відбувається в послабленому режимі.

При відкритті заслінки на кут 90° спрацьовує мікроперемикач S2 крану 40 – Y2, при цьому мінус бортової мережі підключається до контакту 16 роз'єму X4 пристрою 40 – A2, в результаті з контактів 6 – 7 роз'єму X4 пристрою напруга 200В підключається до електронагрівача 40 – E4. При ввімкнених електронагрівачах 40 – E3 і 40 – E4 підігрів повітря відбувається в інтенсивному режимі.

Якщо температура повітря що підігрівається досягла 100°C , що свідчить про перегрів, термовимикач електронагрівач розмикає свої контакти, при цьому мінус бортової мережі відключається від контактів роз'єму X4 пристрою 40 – A2:

- 12 і 13 – при ввімкнених електронагрівачах 40 – E3 і 40 – E4;
- 12 – при ввімкненому електронагрівачі 40 – E3.

Пристрій 40 – A2 відключає напругу 200В від електронагрівачів, температура повітря зменшується. При температурі повітря нижче ніж 100°C контакти термовимикача замикаються.

Для повторного ввімкнення електронагрівачів необхідно заслінку крана 40 – Y2 при закритті до кута меншого ніж 75° , потім через 5с відкрити на кут 82° або 90° в залежності від потрібного режиму підігріву повітря.

Якщо при наявності сигналів про вмикання електронагрівача і перегріві електронагрівач не відключається, через 5с пристрій 40 – A2 видає сигнал в СУЗЛО для формування текстового повідомлення про відключення електронагрівача.

Якщо після зняття сигналу про ввімкнення електронагрівача він не вимкнеться, пристрій 40 – A2 видасть сигнал в СУЗЛО для формування текстового повідомлення про перегрів обдуву скла.

При невідповідності струму електронагрівача потрібному значенню пристрій 40 – A2 видає сигнал в БСТО:

- про відсутність струму в електронагрівачі – при струмі менш ніж 0,5А;

- про коротке замикання в ланцюзі електронагрівача – при струмі більш ніж 10А.

При автоматичному контролі та при контролі за допомогою БСТО пристрій 40 – А2 послідовно перевіряє:

- свою логічну частину;
- формування сигналів, які видаються в СУЗЛО і САС;
- датчик температури;
- головний комутатор пристрою;
- наявність фаз А, В і С, справність першого електронагрівача, формує сигнал в БПР про ввімкнення обігріву скла;
- обігрів скла в послабленому режимі, справність другого електронагрівача;
- обігрів скла в інтенсивному режимі;
- зняття сигналу в БПР про ввімкнення обігріву скла;
- формування сигналу в БПР про справність ПОС скла;
- на 30с формує сигнал про результати контролю.

По закінченню контролю пристрій 40 – А2 переходить в режим автоматичного управління.

Електрична система управління обігрівом лівого переднього скла і підігрівом повітря для обдуву лівого та бічного скла працює аналогічно наведеній вище системі для правого скла.

3.2.4. Робота сигналізації обмерзання

Для роботи сигналізації обмерзання на літаку встановлено два сигналізатори обледеніння EW – 164.

Сигналізатор обледеніння EW – 164 призначений для:

- видачі сигналу про виникнення льоду;
- видачі сигналу на ввімкнення в режимі автоматичного управління ПОС крила і оперення, ПОС двигунів і ПОС переднього скла пілотів.

Сигналізатор обледеніння припиняє видачу сигналів через (125 ± 5) с після виходу літака із зони обледеніння.

Принцип дії сигналізатора ґрунтується на залежності частоти вихідного сигналу сенсора від товщини плівки льоду на його чутливому елементі – мембрані. При ввімкненні сигналізатора мембрана починає здійснювати коливання, частота яких визначається її жорсткістю. Поява льоду на мембрані підвищує її жорсткість, що приводить до збільшення частоти коливань.

Сигнал, який створюється сенсором, надходить в електронну секцію, в якій здійснюється порівняння частоти сигналу з допустимим значенням виявлення льоду, яке зберігається в пам'яті електронної секції.

При товщині льоду, відповідній чутливості сигналізатора, електронна секція формує командні сигнали на ввімкнення:

- обігріву сенсора (для видалення льоду);
- сигналізації про обледеніння;
- ПОС крила та оперення, двигунів, скла.

При ввімкненні обігріву сенсора частота його вихідного сигналу починає змінюватись також і від температури сенсора. По сигналу з резистора сенсора електронна секція компенсує це змінення частоти.

При температурі сенсора, яка перевищує $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$, обігрів автоматично вимикається. Якщо лід з мембрани повністю не видалено, після зниження температури сенсора обігрів вмикається знову. Після скиду льоду з мембрани частота коливань відновлюється.

При виході із зони обледеніння відключення командних сигналів на ввімкнення сигналізації про обледеніння і систем проти обледеніння відбувається з затримкою у часі (125 ± 5) с.

При контролі сигналізатора на землі за допомогою БСТО сигналізатор на $(9^{+0,5})$ с видає сигнал про наявність обледеніння. Після зняття цього сигналу на 30с видається сигнал про справність сигналізатора або про його відмову, якщо він несправний.

Описані вище процеси, які відбуваються у протиобліднювальній системі, а також розташування елементів можна розглянути на функціональній схемі ПОС літака Ан – 158 (рис. 3.2.) та на органах керування и контролю ПОС (рис 3.3).

На нагрівальні елементи обдуву скла

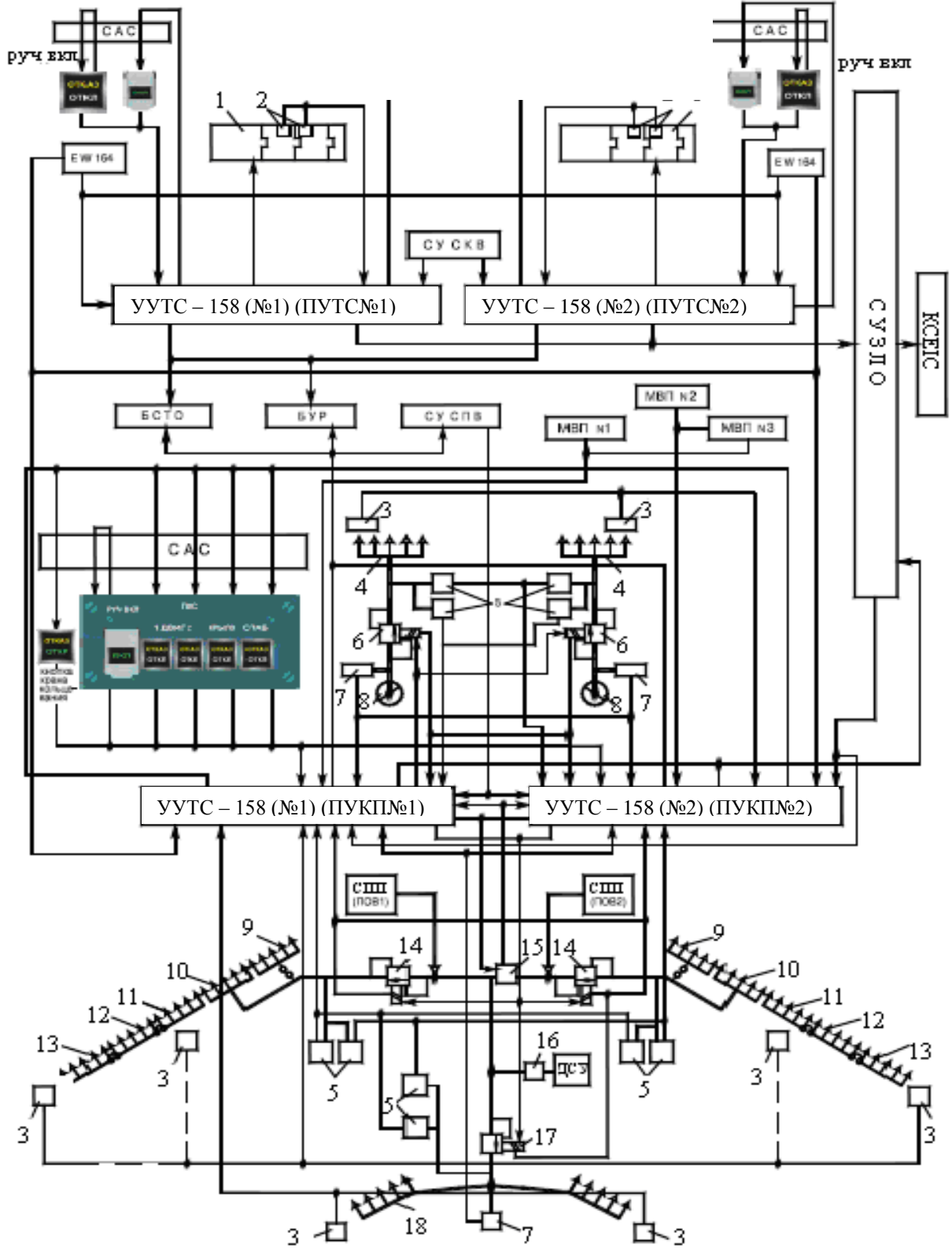


Рис. 3.2. Основна функціональна схема ПОС літака Ан – 158

На функціональній схемі ПОС зображено:

- 1 – нагрівальні елементи переднього скла
- 2 – датчик температури у склі
- 3 – датчик температури поверхні 92294A010000
- 4 – протиобліднювач повітрязабірників двигунів
- 5 – датчик тиску 92295A010000
- 6 – кран-регулятор 60088A010000 ПОС повітрязабірників двигунів
- 7 – датчик температури П109М1 повітря в системі
- 8 – фланець відбору повітря від 4-ї ступені КВТ
- 9 – протиобліднювач носку що відхиляється
- 10 – протиобліднювач носку що не відхиляється
- 11 – протиобліднювач I секції передкрилка
- 12 – протиобліднювач II секції передкрилка
- 13 – протиобліднювач III секції передкрилка
- 14 – кран-регулятор 60090A010000 ПОС крила
- 15 – кран кільцювання СПП
- 16 – заслінка відбору повітря від ДСУ
- 17 – кран регулятор 60088A010000 горизонтального оперення
- 18 – протиобліднювач стабілізатора.

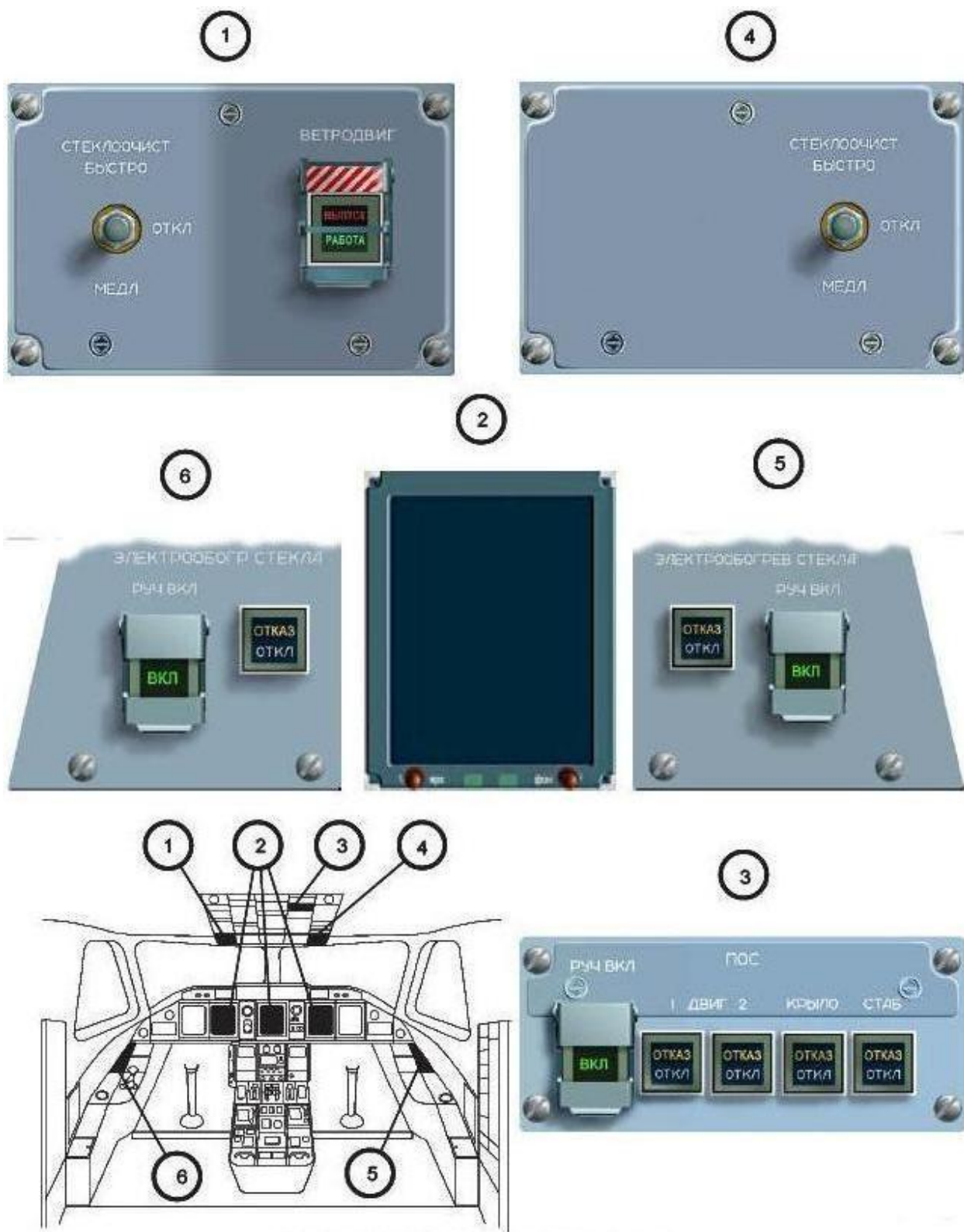


рис. 3.3. Основні органи управління и контролю ПОС



Рис. 3.4. Інформація ПОС на комплексному індикаторі систем сигналізації

3.3. Експлуатація та технічне обслуговування ПОС

3.3.1 Перевірка працездатності повітряно-теплової ПОС

Перевірку необхідно виконувати на працюючих двигунах.

Згідно регламенту технічного обслуговування, необхідно виконати наступні дії:

1. Передусім необхідно увімкнути системи БСТО, СУНС, СУСКВ, ІКВСП, КСЕІС.
2. Переконалися, що кнопки-табло "ДВИГ 1, 2", "КРИЛО", "СТАБ" відтиснуті і горять білі поля "ОТКЛ" цих кнопок-табло.
3. Далі увімкнути СПВ і СКП.
4. Натиснути кнопки-табло "ДВИГ 1, 2", "КРИЛО", "СТАБ". Білі поля "ОТКЛ" цих кнопок-табло згаснуть.
5. Натиснути кнопку-табло "РУЧ ВКЛ". На кнопці-табло загориться зелене поле "ВКЛ".
6. Переконалися, що на КІСМ в зоні СУМКИ ВТ ПОС всі мнемознаки відображаються блакитним кольором, а в зоні повідомлень відсутня сигналізація про відмови ВТ ПОС.
7. Переконалися, що на кадрах МФІ "ПОВІТРЯ" і "СТАТУС" також відсутня сигналізація про відмови ПТ ПОС.
8. На МФПУ ВСР виберіть пункт меню "OMS" (натиснувши відповідну кнопку пульта).
9. У сформованому меню натиснути кнопку "ACARS FAULT LIST" та переконалися, що в списку систем немає імен блоків "IRPC-1" і "IRPC-2".
10. Віджати кнопку-табло "руч ВКЛ". На кнопці-табло згасне зелене поле "ВКЛ".
11. Віджати кнопки-табло "ДВИГ 1, 2", "КРИЛО", "СТАБ". Загоряться білі поля "ОТКЛ" цих кнопок-табло.
12. Вимкнути СПВ і СКП.

13. Вимкнути системи БСТО, СУНС, СУСКВ, ІКВСП, КСЕІС.

3.3.2. Перевірка працездатності електротеплової ПОС, і системи обдування стекол і зон ніг пілотів

Перевірку необхідно виконувати на працюючих двигунах.

1. Увімкнути системи БСТО, СУНС, СУСКВ, ІКВШП, КСЕІС.
2. Переконатися, що кнопки-табло "ЭЛЕКТРООБОГРЕВ СТЕКЛА" відтиснуті і горять білі поля "ОТКЛ" цих кнопок-табло.
3. Увімкнути СПП і СКП.
4. Натиснути кнопки-табло "ЭЛЕКТРООБОГРЕВ СТЕКЛА". Білі поля "ОТКЛ" цих кнопок-табло згаснуть.
5. Натиснути кнопку-табло "РУЧ ВКЛ". На кнопці-табло загориться зелене поле "ВКЛ".
6. Встановити ручки "ОБДУВ СТЕКОЛ" на рожеве поле.
7. Переконатися, що на КІСС в зоні повідомлень відсутня сигналізація про відмови.
8. Переконатися, що на кадрах МФІ "ВОЗДУХ" і "СТАТУС" відсутня інформація про відмовах.
9. На МФПУ ВСР вибрати пункт меню "OMS" (натиснувши відповідну кнопку пульта).
10. У сформованому меню натисніть кнопку "ACARS FAULT LIST" та переконатися, що в списку систем немає імен блоків "WHCU-1" і "WHCU-2".
11. Встановити ручки "ОБДУВ СТЕКОЛ" на червоному полі.
12. Повторити перевірку по пунктах 6-9.
13. Віджати кнопку-табло "РУЧ ВКЛ". На кнопці-табло згасне зелене поле "ВКЛ".
14. Віджати кнопки-табло "ЭЛЕКТРООБОГРЕВ СТЕКЛА". Загоряться білі поля "ОТКЛ" цих кнопок-табло.
15. Встановити ручки "ОБДУВ СТЕКОЛ" в крайнє положення на блакитному полі.

16. Вимкнути СПП і СКП.

17. Вимкнути системи БСТО, СУНС, СУСКВ, ІКВШП, КСЕІС.

3.3.3. Загальний огляд сигналізатора обмерзання EW - 164

1. Зніміть захисний кожух.

2. Огляньте сигналізатор.

Не допускається:

- Ослаблення кріплення (підтягніть гвинти);
- Механічні пошкодження (замініть сигналізатор);
- Забруднення поверхні (протріть забруднену поверхню серветкою змочену в

нефрасі).

3. Встановіть захисний кожух.

3.4. Висновки до розділу

В цьому розділі проведений загальний огляд системи протиобліднення літака Ан-158 що дозволяє зробити висновок про те, що система протиобліднення літака Ан-158 дійсно конструктивно схожа з системами протилбіднення літаків «Антонов» старших моделей, це пов'язано насамперед з тим, що нагрівальні елементи для обігріву скла та обшивки кабіни дійсно надійні та можуть використовуватися і в наш сучасний час, а система відбору повітря від компресорів маршових двигунів дійсно є економною та ефективною, завдяки алгоритмам подачі повітря через клапани відбору повітря завдяки пристрою управління УУТС (або УУКП (система управління і контролем протиобмерзання)).

Виконання системи за конструктивною схемою в нинішній час є досить простою в порівнянні із зарубіжними літаками, на що позитивно впливає з точки зору економіки при виготовленні літаків з такою системою протиобліднення.

ВИСНОВКИ

Під час написання дипломної роботи було проведено ознайомлення з конструктивними особливостями ПОС літака Ан-158, їх аналіз експлуатації та обслуговування, а також розрахунок нагрівачей тонкостінних конструкцій.

Проведений огляд та загальний аналіз існуючої системи протиобліднення літака Ан-158 та її функціональні елементи а також підсистемами, розглянуто та проведений загальний огляд технічної експлуатації та технології а також алгоритм обслуговування цих підсистем.

Проведена робота з картами регламенту технічної експлуатації та технічного обслуговування системи протиобліднення літака Ан-158.

Як показало дослідження - система протиобліднення літака Ан-158 дійсно конструктивно схожа з системами протиобліднення літаків «Антонов» старших моделей, це пов'язано насамперед з тим, що нагрівальні елементи для обігріву скла та обшивки кабіни дійсно надійні та можуть використовуватися і в наш сучасний час, а система відбору повітря від компресорів маршових двигунів дійсно є економним та ефективним рішенням, завдяки алгоритму подачі повітря через клапани відбору повітря за допомогою пристрою управління УУТС системи управління і контролю протиобмерзання, що дозволяє автоматично регулювати подачу теплого повітря в залежності від прийнятих сигналів від датчика обмерзання.

Система обігріву скла кабіни та приймачів повного та статичного тиску можуть працювати в пасивному (автономному) та активному режимах. При роботі таких електромеханічних обігрівачів в пасивному режимі, вони працюють на мінімальній потужності, але після того як датчики обмерзання зафіксують обліднення на певних елементах корпусу літака, за допомогою УУТС, система переведеться в режим повної потужності для запобігання облідненню.

Виконання системи за конструктивною схемою в нинішній час є досить простою в порівнянні із зарубіжними літаками, на що позитивно впливає з точки зору економіки при виготовленні літаків з такою системою протиобліднення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Шор Я.Б.* Статистические методы анализа и контроля качества и надёжности. – М.: Советское радио. 1962. – 552 с.
2. *Дипломне проектування: Методичні вказівки/ Укладачі А.В. Скрипець, О.І. Марченко, В.М. Грібов, В.В. Козарук.* – К.: КМУЦА, 2000. – 76с.
3. *Воронин Г.И.* Системы кондиционирования воздуха на летательных аппаратах. М.: Машиностроение, 1973. – 444 с.
4. Руководство по лётной эксплуатации Ан-140-100, 1998.
5. Самолёт Ту-154М. Руководство по технической эксплуатации. Раздел 021.
6. Пассажирский самолёт Ил-18. Техническое описание. Книга VI. Оборонгиз, Москва, 1961 г.
7. Руководство по Лётной Эксплуатации (РЛЭ) Ан-148/Ан-158.
8. Бабулин А.А., Большунов К.Ю., - Применение численных методов при определении АХ самолета с учетом обледенения.
9. Конспект лекцій «Електрообладнання повітряного судна», - Лужбін В.М., НАУ 2017.
10. Конспект лекцій з дисципліни: «Інформаційно-вимірювальні пристрої та системи авіоніки,- Єгоров С.Г., НАУ 2019.