

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ___ ” _____ 2023 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва)

на тему: модернізація системи захисту літака Ан-148

Виконала: студентка 4 курсу, групи МА-93
(шифр групи)

Лук'яненко Яна Ігорівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник Коваль Олександр Дмитрович к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці к.т.н., ст. викл. Ковтун А.І.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Кореньков В.М.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2023 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний
(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о завідувач кафедри

О.Ф. Луговський
(підпис) (прізвище ініціали)

“ _____ ” _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Лук'яненко Яні Ігорівні

1. Тема проекту: **Модернізація системи захисту літака Ан-148**

керівник проекту Коваль Олексій Дмитрович, к.т.н., доцент

затверджена наказом по університету від “ 25 ” травня 2023 року № 1951-с

2. Термін подання студентом проекту 15 червня 2023 року.

3. Вихідні дані до проекту: маса рами до 100 кг. Експлуатаційна сила віддачі до 5кН. Експлуатаційна сила відскоку до 2 кН.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Розділ 1. Загальні відомості системи захисту. Розділ 2. Установка блоків викиду. Розділ 3. Гідравлічний розрахунок. Розділ 4. Технологія виготовлення деталі. Розділ 5. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо): Схема гідравлічна, Загальні види, Складальний кресленик, Кресленики деталей.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	ст..вик. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання до дипломного проектування	10.04.2023	Виконано
2	Розробка проекту	10.04-12.06.23	Виконано
3	Розробка розділів	17.04-19.05.23	Виконано
4	Робота над проектом та виконання креслень	17.04-19.05.23	Виконано
5	Преддипломний захист	12.06.2023	Виконано
6	Оформлення проекту	12.06-19.06.23	Виконано
7	Захист дипломного проекту	20.06-23.06.23	

Студент

_____ (підпис)

Яна ЛУК'ЯНЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

Олексій КОВАЛЬ
(прізвище та ініціали)

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ЛІТАКА АН-148

Київ-2023 року

АНОТАЦІЯ

Актуальним являється захист літаків від обстрілів ракетами.

В даній роботі розглянуто встановлення систем УВ-5 і УВ-26 на літак Ан-148. Розроблено варіант встановлення теплових пасток на раму прикріплену до корпусу літака, яка дасть можливість захистити літак від попадання ракет. Запропоновано покращення аеродинамічних характеристик, за рахунок розташування “системи викиду” в корпусі літака. Запропоновано блоки, які знаходяться в середині літака гідроприводом висувати назовні тільки перед пострілом, або на ділянках, де є загроза ураження ракетами.

Проведено попередні розрахунки навантажень, проаналізовані можливі схеми виконання приводу “системи викиду”, зроблено гідравлічні розрахунки.

В роботі розглянуті питання, щодо охорони праці, а також технологія виготовлення деталі.

Дипломна робота містить 4 таблиці, 26 рисунки, 17 літературні джерела.

Ключові слова: *гідравлічний привод; система захисту; гідравлічний розрахунок*

ANNOTATION

Protection of aircraft from missile attacks is relevant.

This paper examines the installation of UV-5 and UV-26 systems on the An-148 aircraft. A variant of installing heat traps on the frame attached to the aircraft body has been developed, which will provide an opportunity to protect the aircraft from the impact of missiles. It is proposed to improve the aerodynamic characteristics due to the location of the "emission system" in the aircraft body. It is suggested that the blocks located in the middle of the aircraft be hydraulically pushed out only before a shot, or in areas where there is a threat of being hit by missiles.

Preliminary calculations of loads were carried out, possible schemes of the "emission system" actuator were analyzed, hydraulic calculations were made.

The work deals with issues related to labor protection, as well as the technology of manufacturing parts.

The thesis contains 4 tables, 26 figures, 17 literary sources.

Keywords: *hydraulic drive; protection system; hydraulic calculation*

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ	
1.1.Опис установки.....	11
1.2.Опис літака.....	17
1.3.Загальні вимоги розміщення пристрою викиду УВ-5.....	19
1.4.Загальні характеристики.....	20
1.5.Технічні вимоги.....	21
РОЗДІЛ 2. Установка блоків викиду	
2.1. Опис рами.....	24
2.2. Вихідні дані.....	27
2.3. Схеми гідросистеми	29
РОЗДІЛ 3. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК	
3.1. Розрахунок гідросистеми.....	35
3.2. Розрахунок розмірів трубопроводів.....	37
3.3. Циліндр односторонньої дії.....	38
3.4. Розрахунок діаметра.....	38
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	
4.1. Опис деталі.....	41
4.2. Обґрунтування вибору виготовлення заготовки.....	42
4.3. Розробка технологічного процесу.....	42
4.4. Розрахунок часу обробки однієї деталі.....	51
4.5. Розрахунок собівартості інструменту.	55
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	
5.1. Санітарно-гігієнічна характеристика приміщень.....	58
5.2. Мікроклімат.....	59
5.3. Освітлення.....	60

					ДПБ.МА9306.01.00.00.00.ПЗ			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Лук'яненко				Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір	Коваль					7	68	
Н.контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Т. контр.								
Затвердив								

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ

1.1.Опис установки

Базовий пристрій викиду УВ-5 і УВ-26 забезпечує розміщення, транспортування та відстріл перешкоджаючих патронів для захисту літаків та гелікоптерів від ракет з радіо та оптико-електронні системи самонаведення.

Функціонально пристрій складається з виконавчої частини та системи управління, перша з яких являє собою набір блоків викиду, що адаптуються до конкретного типу ЛА (Літальний апарат), а друга виконана у вигляді мікропроцесорної системи, що ефективно вирішує актуальне завдання одночасного створення кількох незалежних каналів управління викидом перешкод різних видів та калібрів за незалежними програмами. Це принципово відрізняє цей пристрій від існуючих і різко збільшує можливості комбінованого застосування перешкод різних типів, необхідні наприклад, в умовах великої кількості загроз або за низької ймовірності їх ідентифікації.

Пристрій УВ-5 визначає наявність кожного патрона (допускає неповне спорядження касети), що виключає можливу помилку оператора під час спорядження. Поряд з перерахованими функціями, пристрій, що розробляється, реалізує весь обсяг функцій, що виконується пристроями-попередниками УВ26 при всіх режимах їх роботи, зокрема воно забезпечує транспортування і викид до 512 перешкоджаючих патронів всіх штатних типів і калібрів за програмами з шістьма параметрами, діапазони зміни достатні для організації захисту у будь-якій реальній ситуації.

Реалізується повне прискорене аварійне розвантаження особистого боєзапасу, за час не більше 5 с, забезпечується час реакції не більше 50 мс, також є інформація про програми відстрілу та спорядження протягом 12 місяців при вимкненому живленні, є система вбудованого контролю.

Склад пристрою:

- пульт керування 1 шт.
- контролер 1 шт.
- блок запобіжних вимикачів 1 шт.
- блоки викиду калібру 26мм
- блоки викиду калібру 50мм
- програмне забезпечення

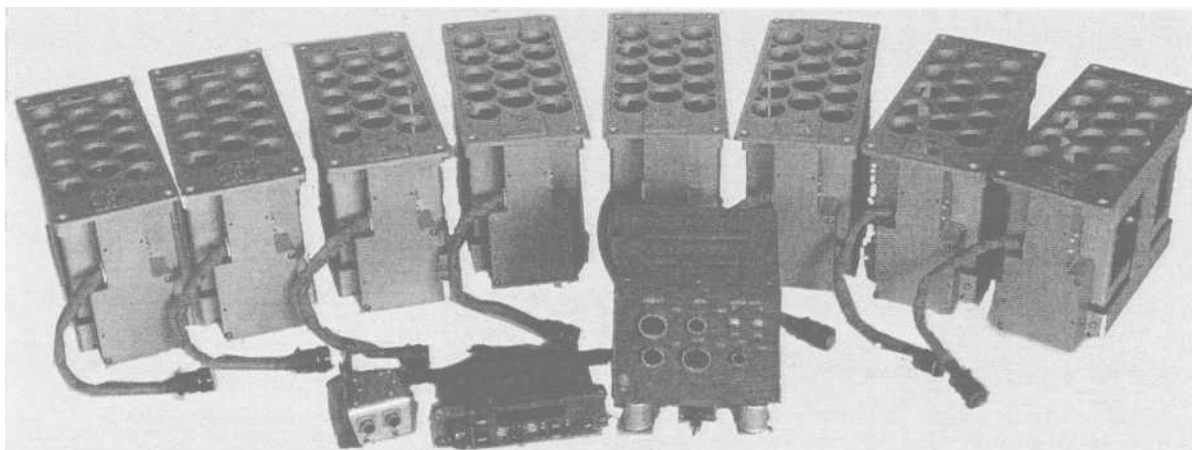


Рис.1.1. Блоки викиду

На рис.1.1. показаний варіант виконання УВ-5 з 8 блоками викиду калібру 50 мм.

Пульт керування (рис.1.3.) здійснює взаємодію оператора з пристроєм та забезпечує вибір режиму роботи (чергового, автономного, контролю), пуск та зупинку відстрілу патронів, прискорене скидання спорядження, індикацію поточної наявності патронів, номери програми відстрілу, режиму роботи, результатів контролю. Пульт управління здійснює взаємодію оператора з пристроєм та забезпечує вибір режиму роботи (чергового, автономного, контролю), пуск та зупинку відстрілу патронів, прискорене скидання спорядження, індикацію поточної наявності патронів, номери програми відстрілу, режиму роботи, результатів контролю.

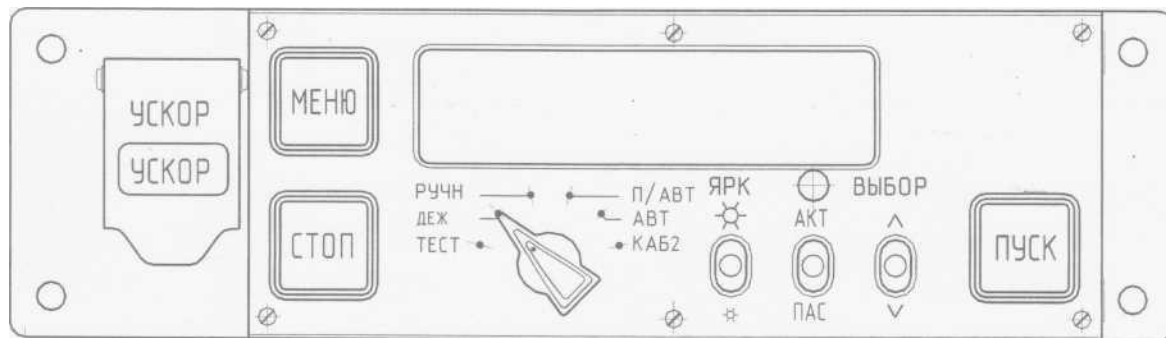


Рис.1.2. Електрична схема пульта

Електрична схема пульта управління (рис.1.2.) реалізована на мікропроцесорі та цифрових мікросхемах. Як елементи індикації використані восьмисимвольні світлодіодні матричні індикатори (4 шт.). Конструктивно елементи розміщуються на багатошарових друкованих платах. Крім традиційних органів управління, пульт має органи управління індикацією.



Рис.1.3. Пульт керування

Контролер (рис.1.4.) здійснює зв'язок між усіма складовими частинами пристрою та реалізує основні функції з обробки інформації, що надходить від пульта управління, блоків викиду та від бортових систем. Він забезпечує також взаємодію із силовими ланцюгами розподільників імпульсів, розміщених у блоках викиду. Інформаційна частина електричної схеми контролера виконано з урахуванням мікропроцесора і цифрових мікросхем.

Конструкція контролера передбачає використання багат шарових друкованих плат. Блоки викиду виконані за традиційною схемою, що включає балку та знімну касету.

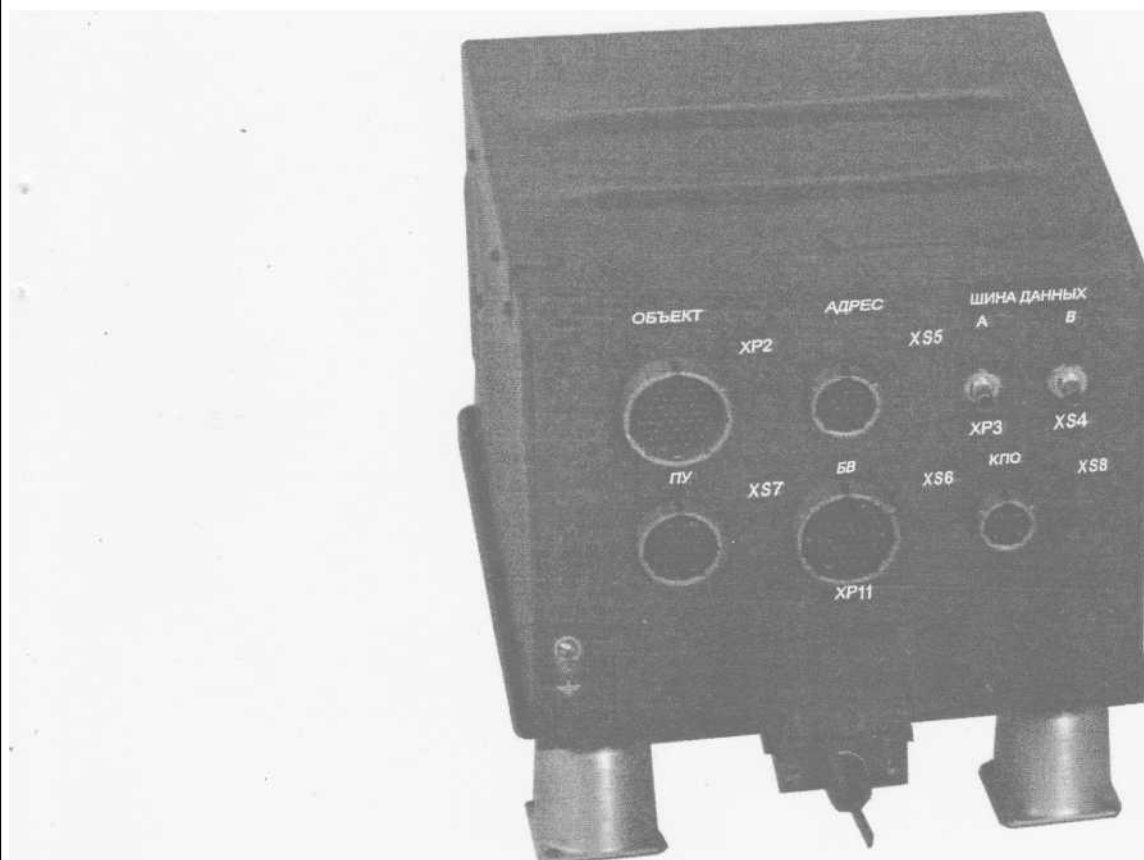


Рис.1.4. Контролер

Крім механічної частини, кожен блок викиду містить чотирнадцятиканальний (для 50 калібру) або тридцятидвох-канальний (для 26 калібру) вбудований розподільник силових імпульсів на транзисторах, а також допоміжні інформаційні ланцюги та механічно пов'язану з приводом замків схему. Для спорядження блоків викиду можуть бути використані будь-які існуючі заводські патрони калібрів 50мм та 26мм вітчизняного виробництва.

Блок вимикачів (рис.1.5.) не містить електронних компонентів і виконаний у вигляді механічно пов'язаних поворотних вимикачів, що рухаються чекою. Висока ефективність конструкції блоку перевірена на ряді раніше розроблених пристроїв викиду.

Калібр патронів, мм

26 та 50.

Загальна кількість патронів у пристрої

до 512.

Пристрій викиду забезпечує:

- автоматичне опитування наявності патронів;
- вбудований контроль справності пристрою;
- фіксовані та випадкові часові параметри програм відстрілу.

Програма відстрілу заводових патронів із пристрою викиду УВ-5 (рис.1.6.) і УВ-26 (рис.1.7.) включає шість параметрів: залп, інтервал залпу, серія, інтервал серії, послідовність та інтервал послідовності. Значення параметрів змінюються у широкому діапазоні. Можливий відстріл із випадковими часовими інтервалами.

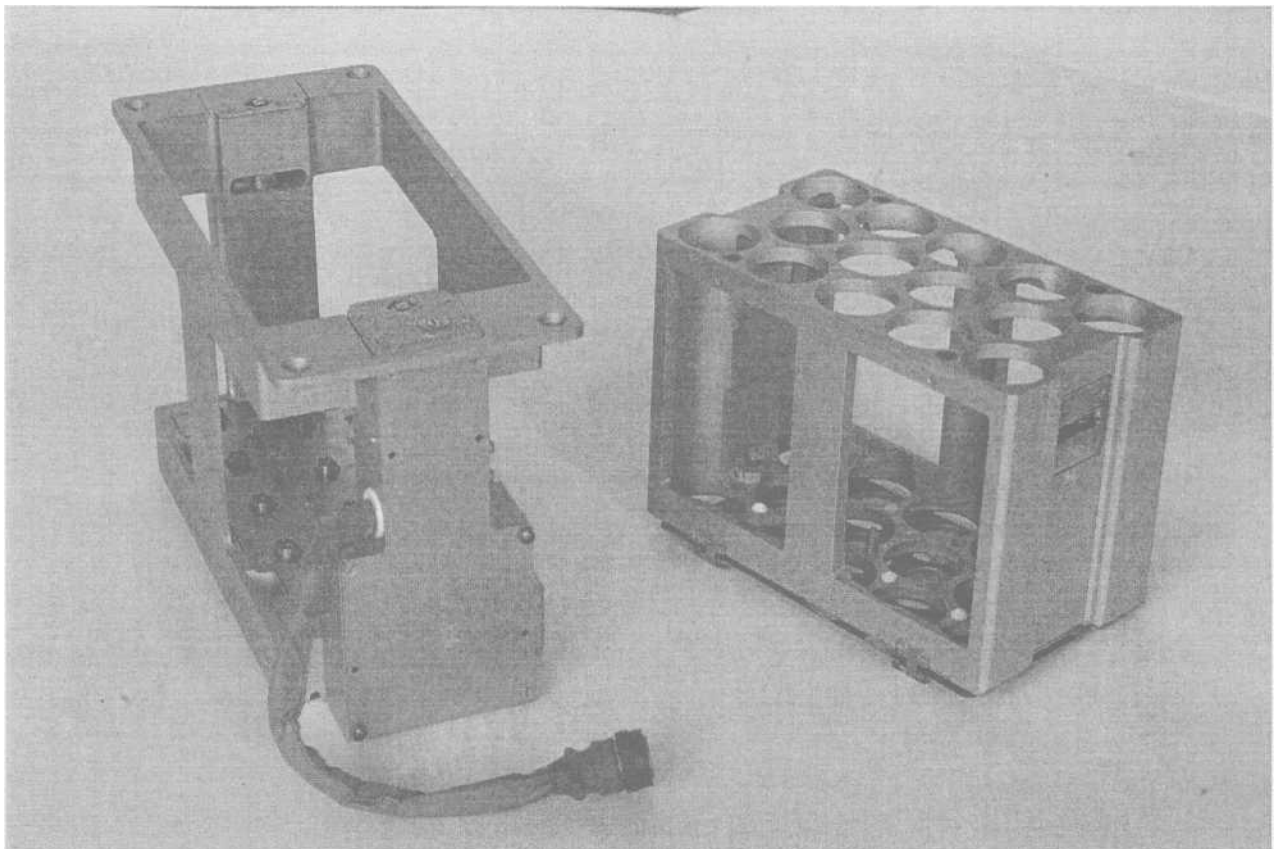


Рис.1.6. Блок викиду калібру 50 мм

Введення в пристрій УВ-5, зміна та контроль параметрів програм відстрілу виконуються за допомогою наземного комплексу підготовки польотних даних або автоматизованої перевірконої апаратури.

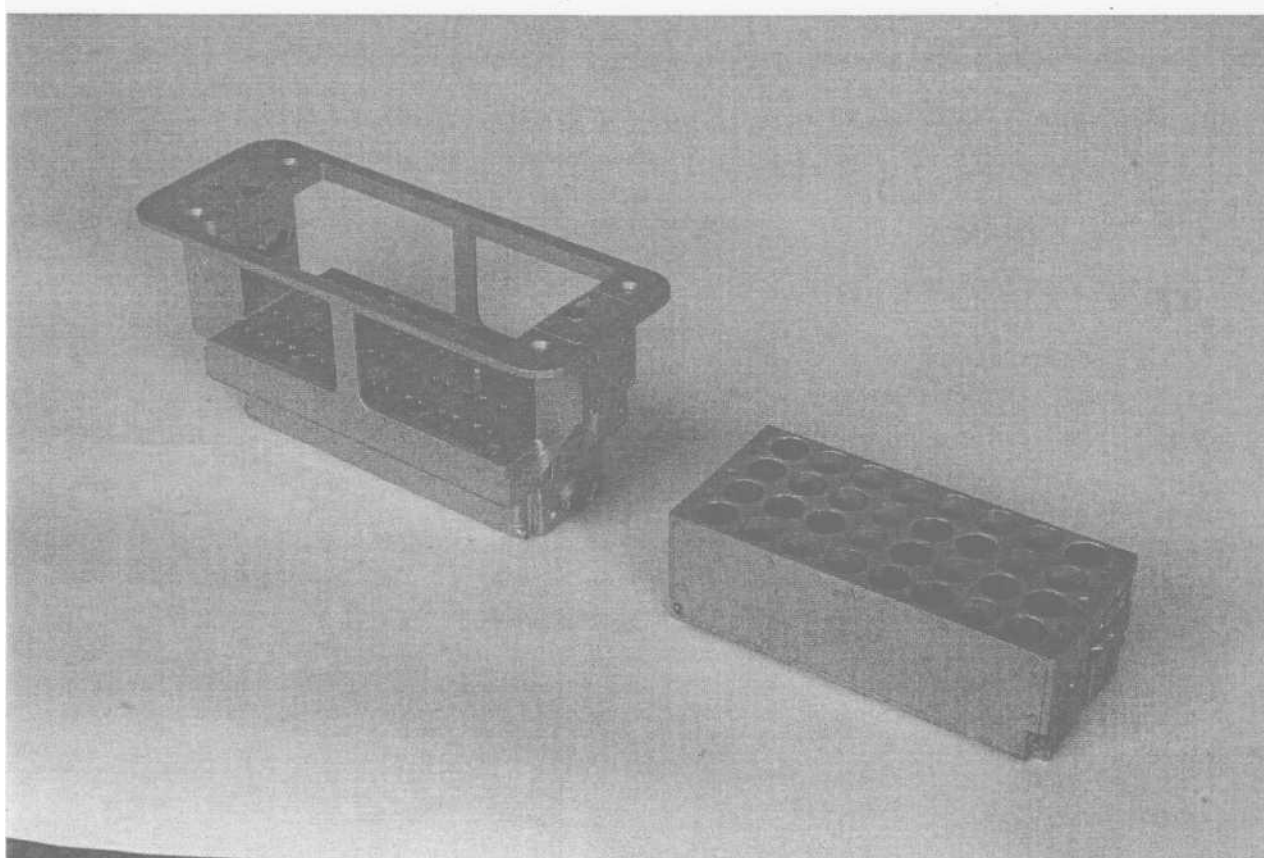


Рис.1.7. Блок викиду калібру 26 мм

1.2. Опис літака

Літак Ан-148 (рис.1.8) призначений для пасажирських, вантажопасажирських і вантажних перевезень на регіональних і близькомагістральних лініях. Ан-148 виконаний за схемою високоплану з двома двигунами, розташованими під крилом. Така схема підвищує захищеність двигунів і конструкції крила від пошкоджень й дозволяє

Ан-148 здобув певну популярність серед регіональних авіакомпаній. Він був випущений у декількох варіаціях Ан-148-100, Ан-148-100Е, Ан-148-300. Загалом літак відіграв важливу роль у розвитку регіональної авіації та представляв собою зусилля української авіаційної промисловості [7].

Основні характеристики

Довжина 29,13 м.

Висота 8,20 м.

Розмах крила 28,91 м.

Площа крила 87,32 м.

Крейсерська швидкість 800-870 км/год.

Практична дальність 3500 км.

Практична висота польоту 12200 м.

Вага спорядженого літака 25 т.

Злітна вага 38 т.

1.3. Загальні вимоги розміщення пристрою викиду УВ-5

1. Розміщення пульта керування повинно унеможливити потрапляння прямих сонячних променів на дисплей.
2. Контролер повинен розміщуватися в апаратурному відсіку та повинен бути встановлений на амортизатори по осі ОУ (по вертикальній осі).
3. Кількість і калібр блоків викиду, що встановлюються, визначається типом об'єкта, на який встановлюється пристрій викиду.

4. Блоки викиду повинні встановлюватись у рівень з обшивкою об'єкта.

5. Для зливу води, що потрапляє в блоки викиду, під ними має бути передбачений піддон із дренажем в атмосферу.

6. Для забезпечення безпеки наземного обслуговування пристрою викиду УВ-5:

- з об'єкта повинен надходити сигнал "Шасі обжато" (або аналогічний за змістом);

- блок запобіжних вимикачів повинен встановлюватись у місці, зручному для роботи з чекою та забезпечує її помітність.

1.4. Загальні характеристики

Вагові показники.

Маса складових частин неспорядженого пристрою, не більше, кг:

- пульт керування 1,0;

- контролер 7,0;

- блок запобіжних вимикачів 0,6;

- блок викиду:

для патронів калібру 50 мм 11,0;

для патронів калібру 26 мм 7,7.

Маса заводських патронів, не більше, кг:

калібру 50 мм 1,0;

калібру 26 мм 0,1.

Характеристики електроживлення.

Споживана потужність:

від бортової мережі "+27В" не більше 100 Вт;
підсвічування написів на пульті керування від бортового джерела
5,5 В 400 Гц;

Надійність та ресурс.

Призначений ресурс 8000 год.
Призначений термін служби 25 років.
Гарантійний термін служби (експлуатації) 7 років.

1.5. Технічні вимоги

По ураженню повітряних об'єктів (літаків, вертольотів) існують такі загрози:

а) ураження вогневими засобами наземних стаціонарних та пересувних зенітно-ракетних комплексів (ЗРК) з радіолокаційними і інфрачервоними системами наведення та зенітно-артилерійських установок (ЗСУ);

б) ураження вогневими засобами переносних зенітно-ракетних комплексів (ПЗРК) з інфрачервоною системою наведення («Стріла», «Ігла», Stinger та їхні модифікації);

в) ураження авіаційними вогневими засобами класу «повітря-повітря» з радіолокаційними і інфрачервоними системами наведення;

г) помилкове ураження вогневими засобами своїх Збройних Сил.

Висновки

1. Проаналізовано основні відомості про авіаційні системи захисту і можливість їх використання на літаку Ан-148.
2. Наведено інформацію про загальні вимоги до розміщення системи захисту і технічні вимоги до системи що проєктується.

РОЗДІЛ 2. УСТАНОВКА БЛОКІВ ВИКИДУ

2.1. Опис рами

На літаку Ан-148 на даний час немає ніяких пристроїв куди можна було б закріпити блоки викиду калібрів 50 мм і 26 мм. Мета проекту - розробити конструкцію, яка може допомогти закріпити блоки на корпус літака. На рис.2.1 представлено ескіз рами для блоків викиду. Цю раму планується кріпити на корпусі літака.

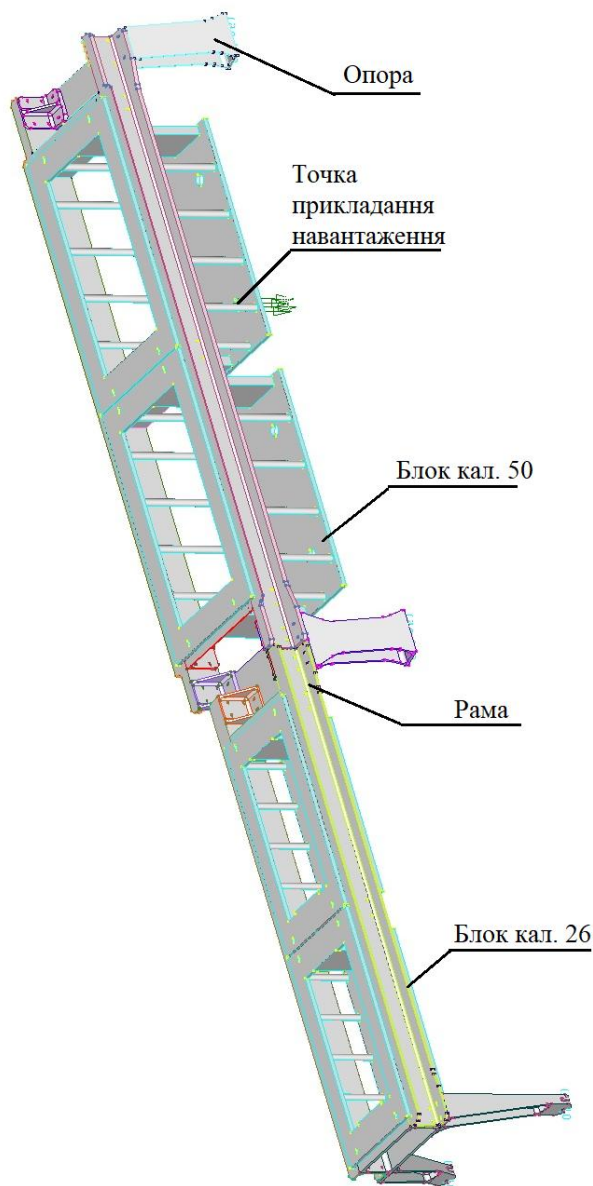


Рис.2.1. Ескіз моделі рами з блоками викиду хибних теплових цілей

Всі елементи моделі мають геометричні характеристики і матеріали, які відповідають реальній конструкції.

Всі конструктивні елементи рами з'єднані болтами.

Для передачі навантаження від блоку на раму було імітовано блоки викиду хибних теплових цілей (рис.2.2.). Їх конструкція відповідає всім основним елементам блоків, які створюють основну жорсткість.

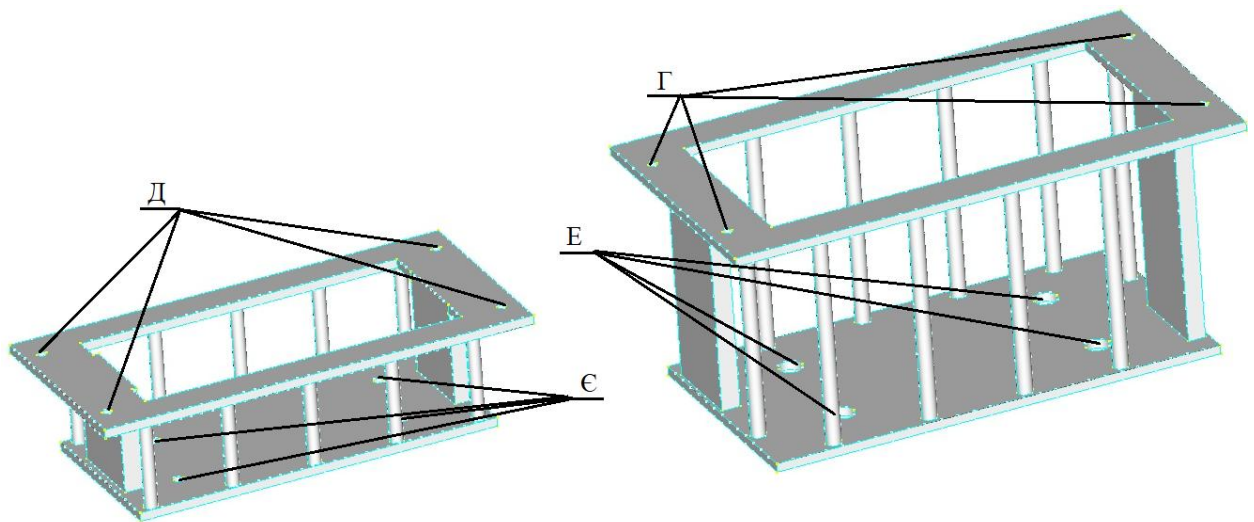


Рис.2.2. Модель блоків викиду хибних теплових цілей

Блоки прикріплено до рами з допомогою болтового з'єднання в точках Г і Д.

Точками Е та Є показано місця навантаження від пострілу.

Кріплення моделі здійснюється в місцях встановлення опор рами на борт літака. Показано на рис.2.3, винос А,Б,В.

Розрахункове навантаження:

$$P_{OTD50}^P = 23544 \text{ Н.}$$

Розрахункове навантаження прикладається до блоку викиду хибних теплових цілей калібру 50 в точці, показаній на рис.2.1.

2.2. Вихідні дані

Пристрої викиду УВ-26 та УВ-50 встановлені дзеркально по обидва борти. Пристрої викиду УВ-26 та УВ-50 призначені для здійснення викидів хибних цілей за допомогою блоків викиду при різних режимах руху літака.

Маса рами зі спорядженими блоками викиду УВ-26 та УВ-50

$$m_{50} = 69 \text{ кг.}$$

Маса рами з неспорядженими блоками викиду УВ-26 та УВ-50

$$m_{26} = 27 \text{ кг.}$$

Максимальна експлуатаційна сила віддачі одного патрона калібру 50мм становить

$$P_{від50}^E = 11772 \text{ Н,}$$

при відстрілі з жорсткої основи; калібру 26мм становить

$$P_{від26}^E = 3924 \text{ Н.}$$

Максимальна експлуатаційна сила відскоку (проти віддачі) одного патрона калібру 50мм становить

$$P_{відс50}^E = 4905 \text{ Н.}$$

Для калібру 26мм

$$P_{\text{відс26}}^E = 1863,9 \text{ Н.}$$

Тривалість імпульсу сили від одного патрона не перевищує 50мс.

До аналізу випадків інерційних та аеродинамічних навантажень приймаємо лише “Польотні випадки навантаження” оскільки:

- відстріли можуть проводитись тільки в польоті;
- зусилля віддачі при відстрілі, накладені на навантаження, що виникають у польоті, значно перевершують інерційні навантаження наземних випадків навантаження.

Аеродинамічні навантаження:

$$h_{\text{пит50}}^P = c_{n50} \cdot q \cdot f = -0.104 \cdot 0.0892 \cdot 1.5 = -0.014 \text{ кгс/см}^2 = -0,14 \text{ Н/см}^2;$$

$$h_{\text{пит26}}^P = c_{n26} \cdot q \cdot f = -0.133 \cdot 0.0892 \cdot 1.5 = -0.018 \text{ кгс/см}^2 = -0.18 \text{ Н/см}^2;$$

$h_{\text{пит50}}^P, h_{\text{пит26}}^P$ - питома аеродинамічна навантаження на пристрої викиду калібру 50 та 26 мм відповідно;

c_{n50}, c_{n26} - відносний тиск на поверхню пристрою викиду калібру 50 та 26 мм відповідно;

$q = 0.874 \text{ Н/см}^2$ - швидкісний натиск;

$f = 1.5$ - коефіцієнт безпеки.

Негативний знак навантаження $h_{\text{пит}}^P$ показує, що вона діє на відрив елементів площі.

2.3. Схеми гідросистеми

Під час аналізу можливих пристроїв викиду теплових цілей, з'явилася ідея модернізувати спосіб встановлення на літак. На даний момент запропоновано прикріпити раму з блоками на корпус літака і закрити цю конструкцію обтічником.

Обтічник збільшує площу поперечного перерізу літака, змінюючи аеродинамічні характеристики, які впливають на швидкість, витрату палива та інш. льотно-технічні характеристики. Крім механічного кріплення на корпусі, також можна розглянути варіант пневматичної, механічної і гідравлічної системи висунання блоків з корпусу літака.

Використання пневматичного приводу, може забезпечити швидку підготовку до стрільби. Але це не є практичним, тому що там де планується встановити систему невідомо чи є лінія тиску з потрібним нам тиском. Можливо треба буде, тоді встановити додаткове обладнання для цієї конструкції. Як варіант використати в якості приводу піропатрон. Але стає проблемою повернення системи назад, після того як відстріляє. Для вирішення цього, потрібно буде ускладнювати систему.

Якщо розглянути встановлення на літак механічної системи, то одразу можна сказати, що це не кращий варіант. Тому що, ця система є важкою, а зайва вага на літаку не потрібна. Так як система повинна ще висувувати блоки викиду, з цією задачею вона не буде справлятися дуже швидко.

Використання гідравлічної системи, на мою думку, є більш раціональним варіантом. В літаку вже є гідравлічна система, тому пропонується приєднатися до неї. Також використання цієї системи дасть нам можливість як висунути блоки, так і повернути назад. Гідравлічну систему можна використати, як амортизатор.



Рис.2.6. Дільник потоку

Дільник потоку використовують в гідросистемах, де потрібно забезпечити синхронність руху гідроциліндрів, також для посилення тиску в гідро лінії, для розподілу потоку в системах. Дільники потоку підрозділяються за своїми конструктивними особливостями на золотникові (дросельні), шестеренні, поршневі.

Дільник потоку дозволяє синхронізувати роботу циліндрів при висуванні. Для синхронізації втягування потрібно використовувати суматор потоку (рис.2.7).

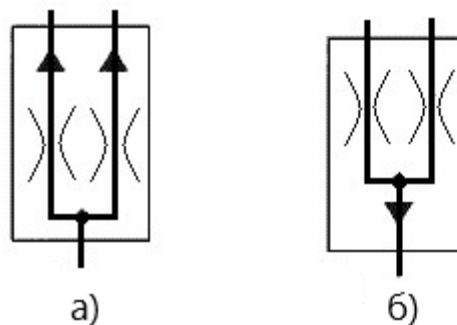


Рис.2.7. Пристрої для синхронізації роботи циліндрів

а) дільник потоку; б) суматор потоку

На рис.2.8. представлено варіант використання дільника-суматора для синхронізації роботи циліндрів. Нажаль даних про застосування подібних елементів в авіації знайдено не було.

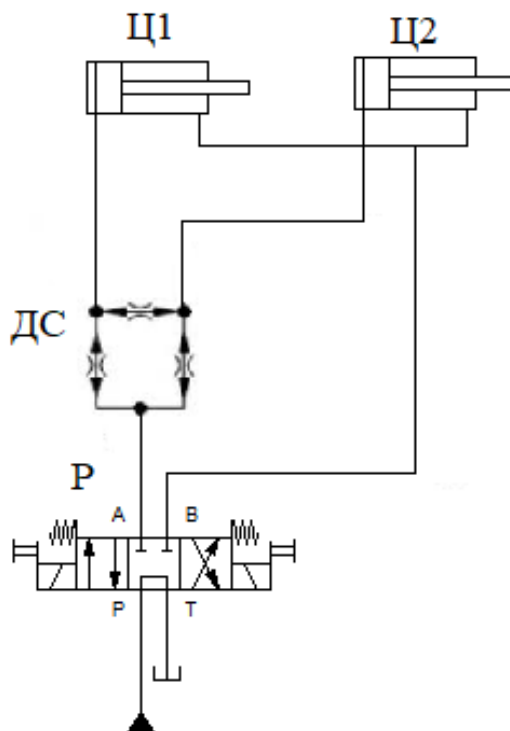


Рис.2.8. Гідравлічна схема з використанням дільника-суматора: Ц – циліндр, ДС – дільник-суматор, P – розподільник

При використанні циліндра двосторонньої дії в лінії зливання буде додатковий тиск (протитиск), величина якого невідома. У зв'язку з цим та з метою підвищення надійності та швидкості роботи “системи” запропоновано використати циліндри односторонньої дії з пружинним поверненням (див. рис.2.9).

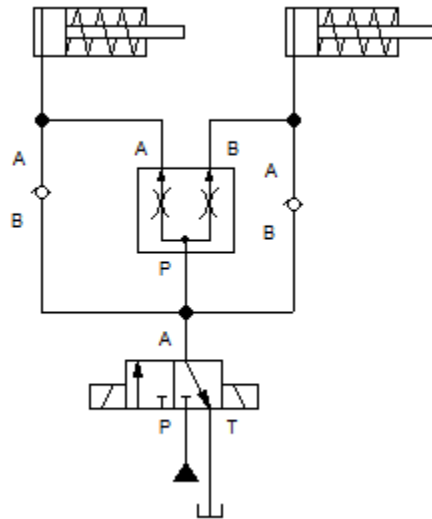


Рис.2.9. Гідросистема з циліндрами односторонньої дії

Ще одним з можливих варіантів є схема з використанням одного гідроциліндру. Навантаження на такий циліндр буде більше, ми позбавимось діляника потоку, але при використанні одного циліндру можливі перекоси рами блоку викиду і як наслідок заклинювання системи.

Висновки

1. Проаналізовано можливі варіанти виконання механізації висування блоків викиду. Обрано гідравлічну систему з циліндрами односторонньої дії і діляником потоку.
2. Розрахунок параметрів кожного розглянутого варіанту, або моделювання цих процесів з використанням спеціальних програм, зможе дати відповідь, яку з систем краще обирати.

РОЗДІЛ 3. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ

3.1. Розрахунок гідросистеми

Варіант 1

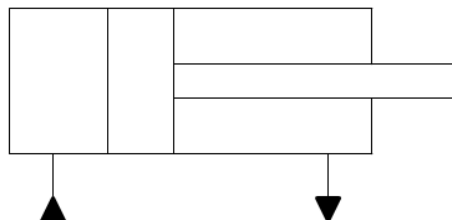


Рис.3.1. Циліндр двосторонньої дії

Зазвичай розрахунок гідросистеми проводять за відомою методикою [8].

Визначення тиску поршневої порожнини гідроциліндра. Рівняння рівноваги сил, що діють на поршень:

$$p_1 \cdot F_1 - p_2 \cdot F_2 - P' = 0,$$

де p_1 - тиск в порожнині циліндра, яка сполучена з напірною гідролінією;

$p_2 = 2,5$ МПа - тиск в порожнині циліндра, яка сполучена з зливальною гідролінією;

F_1 – площа поршня з боку напірної гідролінії;

F_2 – площа поршня з боку зливної гідролінії;

P' – повне навантаження.

Тиск в гідравлічній системі ≈ 20 МПа.

З урахуванням механічного ККД гідроциліндра:

$$P' = \frac{P}{\eta_M}.$$

Для гідроциліндрів з однобічним штоком тиск в системі знаходимо з формули діаметра поршня

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi(p_1 / \psi - p_2)\eta_m}}.$$

Протитиснення p_2 визначається гідравлічними втратами, які дорівнюють сумі втрат на лінійних і місцевих опорах трубопроводів і гідроапаратів, встановлених на зливальній гідро лінії.

Коефіцієнт відношення площ із нормальним діаметром штока $\psi = 1,33$.

Механічний ККД гідроциліндра з ущільненнями гумовими і металевими кільцями $\eta_m = 0.95 \div 0.97$.

$$P' = \frac{P}{\eta_m}.$$

Тиск в поршневій порожнині:

$$p = \frac{4P'}{D^2 \cdot \eta_m \cdot \pi} + \frac{p_2}{\psi}.$$

Розрахунковий тиск поршневої порожнини гідроциліндра округляють до найближчого по ДСТУ 2192-93 [6].

Діаметр штока d визначають зі співвідношення

$$d = D \sqrt{1 - \frac{1}{1.33}}.$$

Розрахунковий діаметр штока гідроциліндра округляють до найближчого по ДСТУ 2192-93 [6].

Розрахунок об'єму рідини поршневої порожнини.

$$V_{\text{п}} = S_{\text{п}} * l,$$

де S_p – площа поршня, мм^2 ,

l – хід штоку, мм.

3.2. Розрахунок розмірів трубопроводів

Задача розрахунку - визначення діаметрів трубопроводів і втрат тиску, що виникають у них при переміщені робочої рідини.

Розрахунок варто робити по ділянках, що мають однакову витрату.

$$d_m = \sqrt{\frac{4Q_T}{\pi \cdot V_{cp}}},$$

де Q_T - витрата рідини на ділянці що розраховується,

V_{cp} - середня швидкість рідини.

Середню швидкість рідини вибирають у залежності від призначення трубопроводу :

- для всмоктувальних $V=0,5...1,5$ м/ с;
- для зливальних $V= 1,4...2,2$ м/ с;
- для напірних $V= 3...6$ м/ с.

За прийнятим діаметром визначаємо дійсну швидкість руху рідини в трубопроводі

$$V_{BC} = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2}.$$

3.3. Циліндр односторонньої дії

Варіант 2

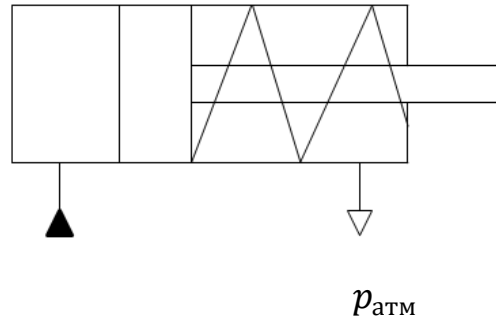


Рис.3.2. Циліндр односторонньої дії

Розрахунок проводиться, як і у варіанті 1.

3.4. Розрахунок діаметра

Знайдемо діаметри поршня і штока циліндрів [9].

Мінімальний діаметр поршня знаходимо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

Сила для калібру 26 мм становить

$$F = 3924 \text{ Н},$$

для калібру 50 мм –

$$F = 11772 \text{ Н.}$$

Площу знаходимо через:

$$A = \frac{F}{P} = \frac{3924}{20 \cdot 10^6} = 0.0001962 \text{ м}^2,$$

тоді діаметр поршня,

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0001962}{3.14}} = 0.0158 \text{ м} = 15,8 \text{ мм.}$$

За довідником [2] приймаємо діаметр штока $d=18\text{мм}$, діаметр поршня $D = 25 \text{ мм}$.

Для калібру 50 мм:

$$A = \frac{F}{P} = \frac{11772}{20 \cdot 10^6} = 0.0005886 \text{ м}^2,$$

тоді діаметр поршня,

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0005886}{3.14}} = 0,0273 \text{ м} = 27,3 \text{ мм.}$$

За довідником приймаємо діаметр штока $d = 22 \text{ мм}$, діаметр поршня $D = 32 \text{ мм}$.

Висновки

1. Зроблено попередні розрахунки гідросистеми, визначено тиск та розміри трубопроводів.
2. Проведено попередній розрахунок діаметрів поршня і штока гідроциліндрів для подальшого проектування системи викиду.

010 Фрезерна на верстаті ЧПУ

Вид обладнання: верстат горизонтально фрезерний з ЧПУ 6904ВМФ2.

Система оснастки: оснастка універсальна.

Різальний інструмент: фреза торцева ВК6М.

А. Установити, закріпити, зняти.

010.01 Фрезерувати торці 1 і 2 (рис.4.3.) витримуючи розмір 3.

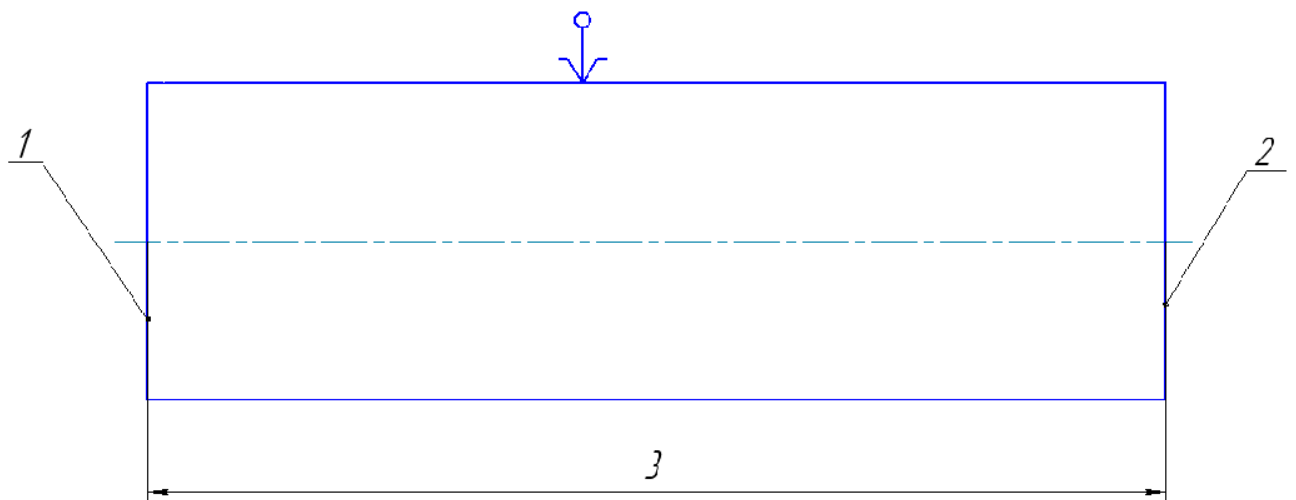


Рис.4.3. Кресленик заготовки

020 Токарна з ЧПУ

Вид обладнання: горизонтально розточний верстат 2А620Ф2 з ЧПУ.

Система оснастки: оснастка універсальна.

Різальний інструмент: свердла спіральні Р6М6, різець карнавочний Т15К6, різець підрізний Т15К6.

А. Установити, закріпити, зняти, перевернути.

020.01. Розточити поверхню витримуючи розміри 1,2 та 4,5.

020,02. Розточити фаски витримуючи розмір 3 (рис.4.4.).

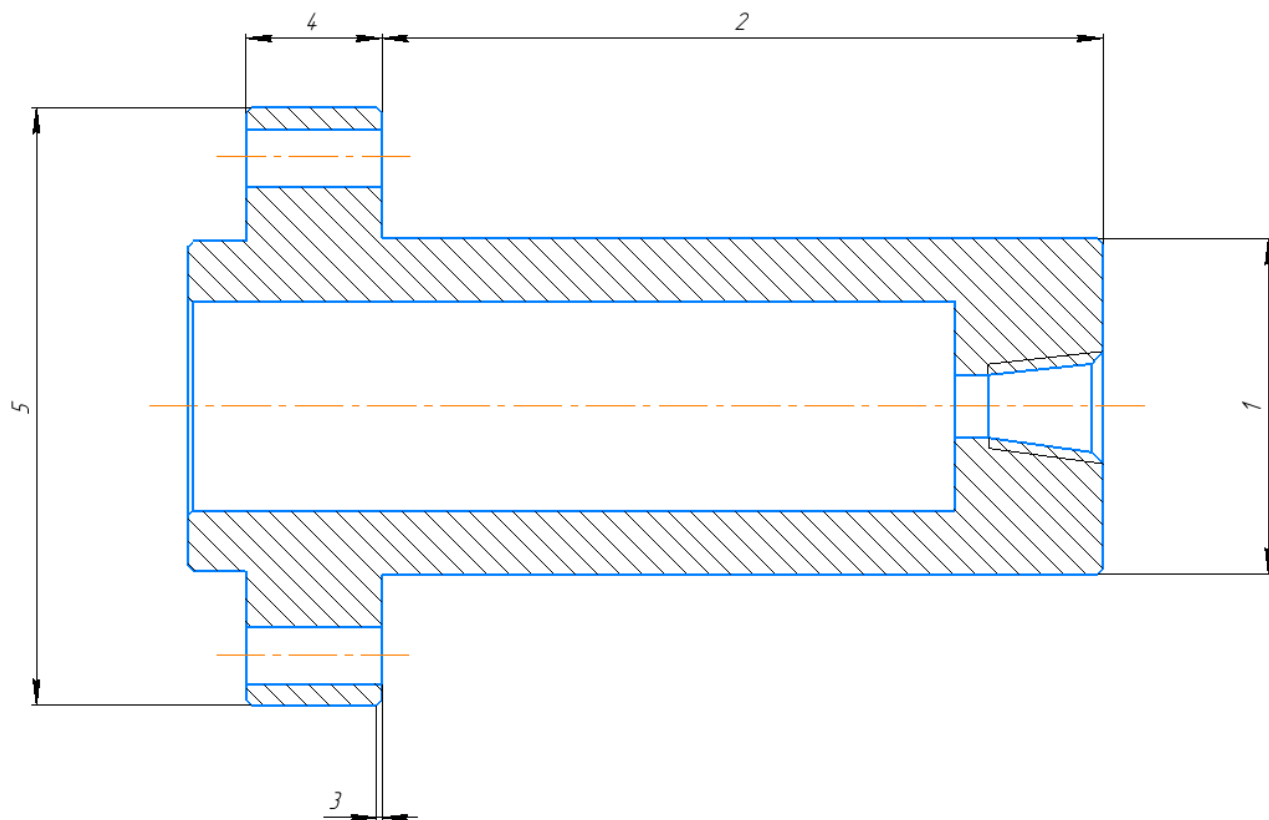


Рис.4.4. Кресленик оброблюваної деталі

030 Свердлильна

Вид обладнання: вертикально-свердлильний моделі 2P135Ф2-1.

Система оснастки: оснастка універсальна.

Різальний інструмент: свердло спіральне HSS PoinTEQ 2 608 577 174, 2 608 577 175, метчик P10M14.

А. Установити, закріпити, зняти, перевернути.

030.01. Свердлити отвори витримуючи розміри 1, 2, 3.

А. Замінити інструмент.

030.02 Нарізання різьби витримуючи розміри 4 (рис.4.5.).

А. Установити, закріпити, замінити інструмент, зняти, перевернути.

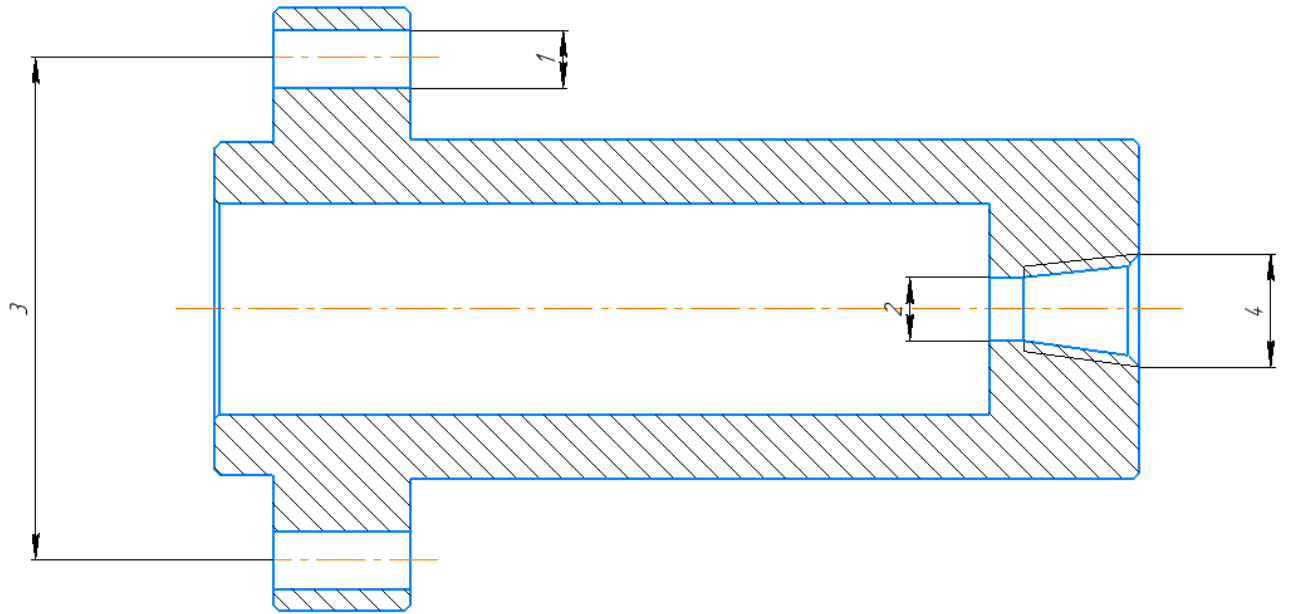


Рис 4.5. Кресленник оброблюваної деталі

040 Токарна з ЧПУ

Вид обладнання: горизонтально розточний верстат 2А620Ф2 з ЧПУ.

Система оснастки: оснастка універсальна.

Різальний інструмент: різець прохідний Т15К6.

040.01. Точити внутрішню поверхню витримуючи розмір 1, 2 (рис.4.6.).

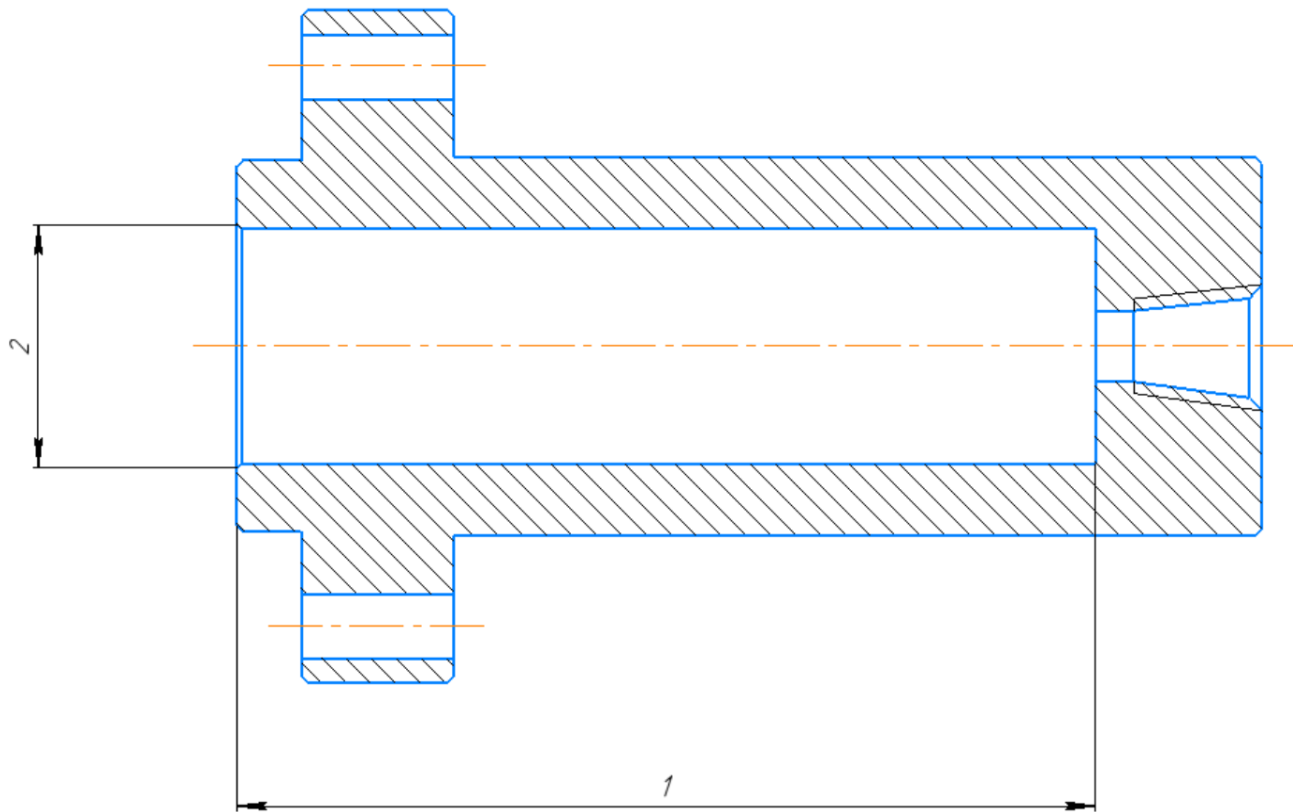


Рис.4.6. Кресленик оброблюваної деталі

050 Шліфувальна

Вид обладнання: круглошліфувальний верстат типу 3151.

Система оснастки: оснастка універсальна.

Різальний інструмент: круг типу 3Б25С1.

А. Установити, закріпити, зняти.

050.01. Шліфувати зовнішню поверхню витримуючи розмір 1,2 (рис.4.7.).

Система оснастки: оснастка універсальна.

Різальний інструмент: притир.

А. Установити, закріпити, зняти.

080.01. Шліфувати внутрішню поверхню витримуючи розмір 1 (рис.4.8.).

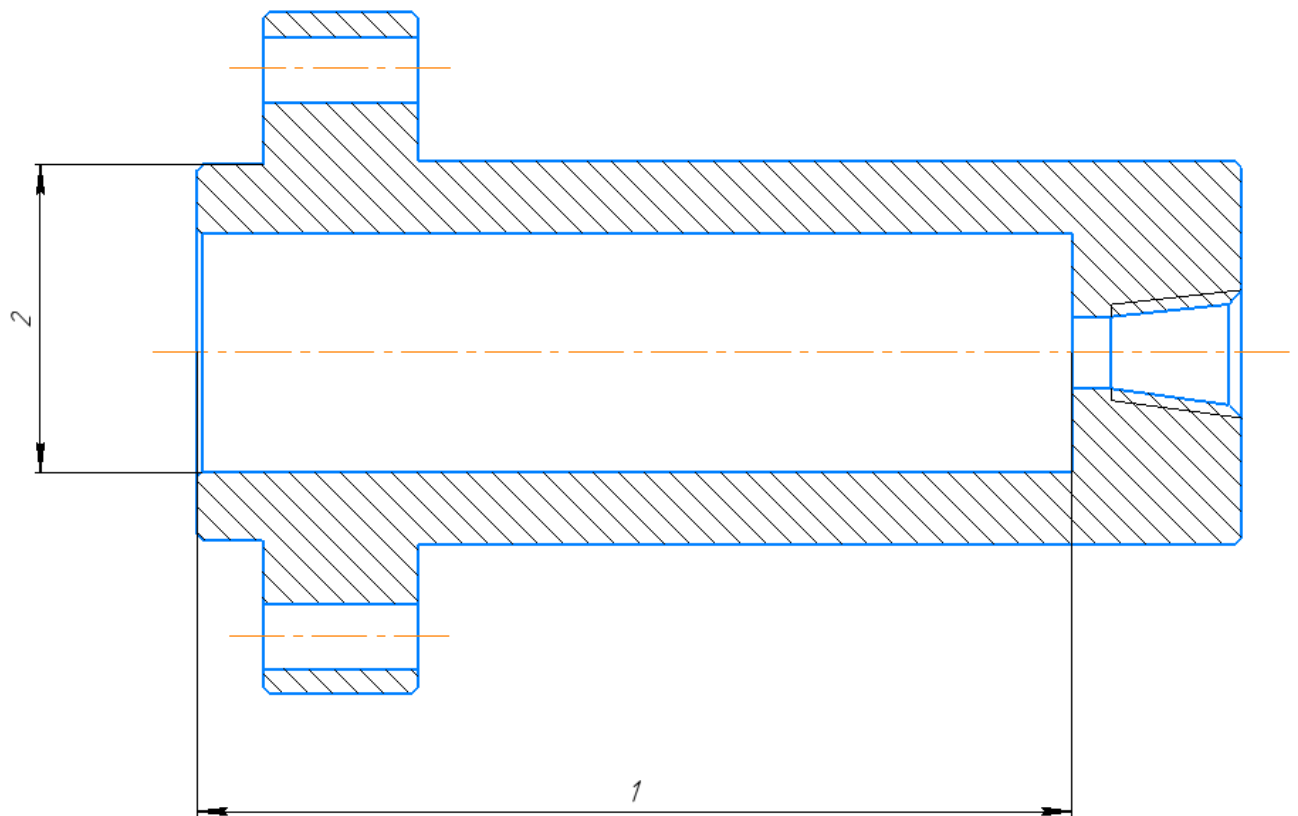


Рис 4.8. Кресленик оброблюваної деталі

Характеристики інструментів які використовуються для обробки наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Характеристики інструментів

Операція		Глибина різання, (мм).	Подача, (мм/хв).	Частота обертання, (об/хв).
010.01	Фрезування	5	200	2000
020.01.	Точіння зв. пов.	3	0,05	1500
020.02.	Точіння фаски	1x45	0,01	300
030.01.	Свердління	10	300	300
030.02.	Нарізання різьби	0,3	1,5 (мм/об)	1200
040.01.	Точіння вн. пов.	0,5	0,02	3000
050.01.	Шліфування	0,2	80	3000

4.4. Розрахунок часу обробки однієї деталі

4.4.1. Розрахунок часу точіння

Основний час T_o на зміну форми і розмірів заготовки визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

де L - довжина робочого ходу різця:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

4.4.2. Розрахунок часу обробки при фрезуванні

Основний час T_o на зміну форми і розмірів заготовки визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{84}{250 \cdot 0,167} = 2 \text{ хв.}$$

Одиничний час, що витрачається на дану операцію:

$$T_{од} = T_o + T_{доп} + T_{обс},$$

де $T_{доп}$ - допоміжний час, хв:

- час на установку і зняття деталі – 1,8 хв;
- час на робочий хід приймаємо 0,8 хв;
- час на вимірювання деталі приймаємо 0,2 хв;

$$T_{доп} = 1.8 + 0.8 + 0.2 = 2.8 \text{ хв.}$$

$T_{оп}$ - оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_{доп} = 2 + 2.8 = 4.8 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місяця та перерв у роботі:

$$T_{OBC} = 10\% = 0.1 \cdot 4.8 = 0.48 \text{ хв.}$$

Час, що витрачається на обробку однієї деталі:

$$T_{од} = 2 + 2.8 + 0.48 = 5.28 \text{ хв.}$$

4.5. Розрахунок собівартості інструменту

Ціна інструменту наведена в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Використаний інструмент та його ціна

Інструмент	Назва	Інд. номер	Ціна, грн.
Різці	T15K6	2130-0009	480
	T15K6	2130-0313	630
Свердла	HSS PoinTEQ 10	2 608 577 174	320
	HSS PoinTEQ 11	2 608 577 175	380
Фреза	BK6M	2220-0307	250
	T15K6	2230-0407	387
Мітчик	M14x1.5	76637	60
Круг шліфувальний	3B25C1	845 256 25	300
Сума:			2807 грн.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Дипломний проект виконується на базі підприємства ДП «Антонов».
Задачею дипломного проекту є модернізація системи захисту літака Ан-148.

Виходячи з цього робота над дипломним проектом буде включати в себе наступні види робіт:

- Аналіз існуючих матеріалів по темі диплому (пошук інформації в інтернеті та робота з архівом підприємства);
- Проведення розрахунків і проектування конструкції (проводиться на програмному та комп'ютерному забезпеченні)
- Перевірка розрахунків та конструкції, висновки, вирішення проблем
- Консультація з інженерами відділу

Об'єктом дослідження на предмет охорони праці буде приміщення в якому зосереджена основна частина роботи сучасних інженерів, а саме офісу. В основному під час досліджень і проектування сучасний інженер проводить більшу частину свого робочого дня у офісі за комп'ютером з сучасним програмним забезпеченням. ДП «Антонов» - не є винятком основна частина роботи виконується у офісі Відділу Головного Конструктора, який забезпечений комп'ютерами, доступом до мережі Інтернет, необхідним пакетом програм (NX, AutoCAD, Solidworks, Microsoft Office), доступом до архіву підприємства.

Основні шкідливі та небезпечні чинники:

- пожежонебезпека;
- освітлення;
- небезпека ураження струмом;
- мікроклімат.

5.1. Санітарно-гігієнічна характеристика приміщень

Розмір приміщення СГК складає (рис. 5.1.):

- ширина $a=10000$ мм;
- довжина $b=9000$ мм;
- висота $h=4000$ мм.

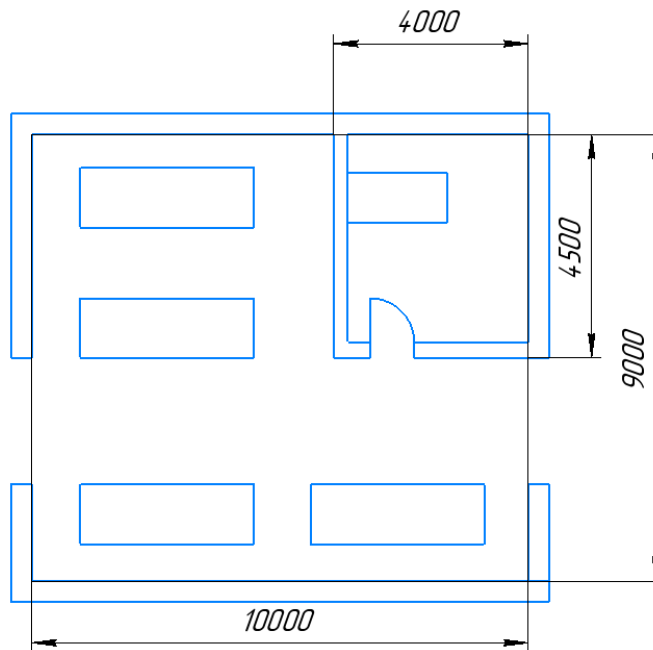


Рис. 5.1. Схема приміщення СГК

Розраховуємо значення площі та об'єму приміщення:

$$S = a \cdot b = 10000 \cdot 9000 = 90\,000\,000 \text{ мм}^2 = 90 \text{ м}^2$$

$$V = a \cdot b \cdot h = 10000 \cdot 9000 \cdot 3500 = 315\,000\,000\,000 \text{ мм}^3 = 315 \text{ м}^3$$

По санітарним нормам площа на одне робоче місце з ПК для користувачів повинна складати не менше 6.0 м^2 , а об'єм – не менше 20 м^3 (Площу та об'єм для одного робочого місця оператора визначають згідно з вимогами ДСанПіН 3.3.2-007-98) [10].

Отже, приміщення відповідає санітарним нормам.

5.2. Мікроклімат

В наведеному приміщенні робота за персональним комп'ютером є переважаючою. Тому необхідно забезпечити необхідні параметри мікроклімату. Щоб створити їх необхідно використовується система вентиляції та провітрювання приміщення. Вентиляція приміщення досягається забезпеченням наявності системи кондиціонерів і провітрюванням приміщення. Вентиляція досягається видаленням нагрітого та забрудненого повітря з приміщення подачею свіжого повітря.

Основні параметри мікроклімату:

- температура повітря;
- вологість;
- швидкість руху повітря на робочому місці.

Наведені параметри повинні відповідати вимогам зазначеним відповідними нормами що класифікуються відносно складності робіт та зазначені у таблиці 5.1.

В даному приміщенні встановлено установку штучного зволоження, термометр та загально-обмінна проточно-витяжна вентиляція.

За своєю складністю конструкторська робота (з точки зору проведення проектувань і розрахунків за персональним комп'ютером) класифікується як робота 1а (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, пункт 13). Робота за персональним комп'ютером більше ніж 4 години на день, у сидячому положенні за робочим місцем та не потребує фізичних навантажень, не викликає фізичного напруження.

Таблиця 5.1. Значення температури та відносної вологості у приміщенні

Період року	Температура, °С			Відносна вологість, %	
	Оптимальна (не більша)	Фактична		Оптимальна	Дійсна
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	22-24	23	21	40-60	57
Теплий	23-25	25	22	40-60	46

Середня температура приміщення в теплий період року дорівнює 23 °С, відносна вологість повітря 46%.

У холодний період року, середня температура складає 23°С. Значення відносної вологості дорівнює 57%.

Всі параметри мікроклімату приміщення в теплий та холодний період року знаходяться в діапазоні оптимальних значень, тому можна зробити відповідні висновки, що мікроклімат приміщення є сприятливим для роботи на ПК (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99) [11].

5.3. Освітлення

Недостатність освітлення призводить до напруги зору, ослаблену увагу, приводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає засліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрям світла на робочому місці може створювати різні тіні, відблиски, дезорієнтувати людину що працює. Всі ці причини можуть привести до негативного впливу на зір, його погіршення та проф. захворювань, тому

настільки важливий правильний розрахунок освітлення, визначення необхідного числа світильників, їх типу і розміщення у робочому просторі. Штучне освітлення в приміщеннях для експлуатації ПК повинне здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. У випадках переважної роботи з документами, слід застосовувати системи комбінованого освітлення (до загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення, призначені для освітлення зони розташування документів).

Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна бути 300–500лк. Освітлення не повинне створювати відблисків на поверхні екрану. Освітленість поверхні екрану не повинна бути більше 300лк.

Як джерела світла при штучному освітленні слід застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ і компактні люмінесцентні лампи. У світильниках місцевого освітлення допускається застосування ламп розжарювання, зокрема галогенних.

В приміщенні застосовується штучне освітлення комбіноване (місьцеве і загальне) і природне освітлення бокове. Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла-ламп розжарювання. Виходячи з цього, проведемо розрахунки освітленості нашого приміщення.

Розрахунок освітлення проводиться для кімнати площею 90 м² ширина якої -10 м, довжина - 9 м, висота - 3,5 м. Скористаємося методом світлового потоку.

Визначимо світловий потік в приміщенні і порівняємо його з допустимим, за формулою [12]:

$$E_{ef} = \frac{F_l N n \eta}{S k_3 z}$$

де E_{ef} – розраховується світловий потік, Лм;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк (визначається за таблицею).

Роботу користувача комп'ютером, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде $E=300\text{лк}$;

S – площа освітлюваного приміщення;

z – відношення середньої освітленості до мінімальної (звичайно приймається рівним 1,1...1,2, нехай $z = 1,1$);

N – кількість світильників (що у нашому випадку дорівнює 8 на офісне приміщення).

n - кількість ламп у світильнику (що встановлені у кількості 4 штуки на кожен світильник).

k_3 - коефіцієнт запасу, враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення й характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку $k_3=1,5$);

η – коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стіни стелі, які характеризуються коефіцієнтами відображення від стін (P_C) і стелі (P_{Π})), Стеля приміщення свіжопобілена $p_{\text{ст}}=80\%$, стіни мають світло сірий колір $P_{\text{ст}}=80\%$, підлога з плитки $p_{\Pi}=30\%$.

Значення η визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A + B)} = \frac{90}{3,5(10 + 9)} = 1,35$$

де, S – площа освітлюваного приміщення;

h – розрахункова висота підвісу (приймаємо рівною висоті приміщення);

A – ширина приміщення;

B – довжина приміщення.

Знаючи індекс приміщення можемо визначити, що $\eta = 0,72$.

Для освітлення в аудиторії встановлені люмінісцентні лампи типу Т8 (2,54см), світловий потік яких $F_{\lambda}=3400\text{Лк}$.

Підставимо значення у початкову формулу для визначення світлового потоку:

$$E_{\text{ef}} = \frac{F_{\lambda} N n \eta}{S k_3 z} = \frac{3400 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 0,72}{90 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = \frac{78\,336}{148,5} = 527,5 \text{ Лк}$$

Отже, робимо висновок, що освітленість приміщення достатня і відповідає вимогам для роботи. Також варто зазначити що освітленість монітору персонального комп'ютера задовольняє нормам (Державні будівельні норми України «Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28:2018) [13].

5.4. Електробезпека

З кожним роком зростає виробництво та споживання електроенергії, а відтак і кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують (експлуатують) електричні пристрої та установки. Тому питання електробезпеки потребують особливої уваги.

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів та засобів, що направленні на забезпечення захисту від шкідливого та небезпечного впливу на безпеку та життя людини – електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики, та інших електричних явищ.

В приміщення одночасно експлуатується і обслуговується 8 персональних комп'ютерів, у доступному місці встановлюється аварійний

- Несучі стіни, стіни сходових кліток і колони – 2 год.
- сходові клітки, сходи, балки і марші у сходових клітках – 1 год.
- зовнішні стіни навісних панелей – 0,25 год.
- внутрішні і зовнішні стіни – 0,25 год.
- плити, настили та інші несучі конструкції – 0.25 год.

Приміщення відноситься до категорії В – горючі та важко горючі та важко горючі тверді речовини і матеріали. В приміщенні повинні знаходитись 2 вуглекислотних вогнегасники, об'єм яких розрахований на ліквідацію пожежі у приміщенні площею 40 квадратних метрів, що цілком буде задовольняти нормам пожежної безпеки, стосовно нашого приміщення.

Перелік документів за якими дотримується протипожежний захист у лабораторії:

1. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 “Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою” [15].
2. НАПБ А.01.001-2014 “Правила пожежної безпеки в Україні”[16].
3. ДБН В.1.1-7:2016 “Пожежна безпека об'єктів будівництва”. Загальні вимоги [17].

Висновки

1. Проведено аналіз приміщення щодо пожежної та електробезпеки, визначено заходи щодо запобігання ураження струмом і виникнення пожежі.
2. Зроблено аналіз мікроклімату та освітлення робочого місця.

ВИСНОВКИ

Проаналізовано основні відомості про авіаційні системи захисту і можливість їх використання на літаку Ан-148.

Наведено інформацію про загальні вимоги до розміщення системи захисту і технічні вимоги до системи що проектується.

Проаналізовано можливі варіанти виконання механізації висування блоків викиду. Обрано гідравлічну систему з циліндрами односторонньої дії і дільником потоку.

Розрахунок параметрів кожного розглянутого варіанту, або моделювання цих процесів з використанням спеціальних програмах, зможе дати відповідь, яку з систем краще обирати.

Зроблено попередні розрахунки гідросистеми, визначено тиск та розміри трубопроводів.

Проведено попередній розрахунок діаметрів поршня і штока гідроциліндрів для подальшого проектування системи викиду.

Розроблено технологічний процес оброблення деталі, який реалізується на 1-му фрезерному верстаті, 1-му токарному верстаті, 1-му свердлильному верстаті, 1-му шліфувальному. Сумарний час виготовлення однієї деталі 5,28 хв.

Для реалізації технологічного процесу використано різці, свердла, фреза, мітчик, круг шліфувальний. Загальна ціна інструментів 2807 грн.

Проведено аналіз приміщення щодо пожежної та електробезпеки, визначено заходи щодо запобігання ураження струмом і виникнення пожежі. Зроблено аналіз мікроклімату та освітлення робочого місця.

