

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

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри
_____ Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2023 р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Автоматизовані та роботизовані
механічні системи»
спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему: «Модернізація системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса»

Виконала: студентка 4 курсу, групи МА-91

_____ Клімова Крістіна Дмитрівна _____ (прізвище, ім'я, по батькові)	_____ (підпис)
---	-------------------

Керівник <u>к.т.н., доцент Галецький Олександр Сергійович</u> _____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)	_____ (підпис)
---	-------------------

Консультант <u>з охорони праці</u> _____ (назва розділу)	<u>ст.викл., к.т.н. Ковтун А.І.</u> _____ (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	_____ (підпис)
---	--	-------------------

Консультант з <u>технології машинобудування</u> _____ (назва розділу)	<u>к.т.н., доц. Кореньков В.М.</u> _____ (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	_____ (підпис)
--	---	-------------------

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

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2023 рік

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення			Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4				Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ			Пояснювальна записка	74	
3	A1	ДПМА91.005.000.000 СК			Пневмо-гідравічний апарат Складальне креслення	1	
4	A3	ДПМА91.005.000.001			Поршень	1	
5	A3	ДПМА91.005.000.002			Кришка	1	
6	A3	ДПМА91.005.001.001			Кільце кріплення кришки	1	
7	A3	ДПМА91.005.001.000 СК			Гільза Складальне креслення	1	
8	A1	ДПМА91.005.002.000 СК			Кріпильна пластина Складальне креслення	1	
9	A1	ДПМА91.005.003.000. ГК			Пневмо-гідравлічний апарат Габаритне креслення	1	
10	A3	ДПМА91.005.004.000			Принципова схема пожежогасіння з ручним керуванням	1	
11	A3	ДПМА91.005.005.000			Принципова схема пожежогасіння з електро-пневматичним керуванням	1	
12	A3	ДПМА91.005.006.000			Принципова схема пожежогасіння з цифровим керуванням	1	
					ДПМА91		
		ІПБ	Підп.	Дата			
Розробн.		Клімова			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.		Галецький				1	1
Консульт.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ПГМ, гр.МА-91	
Н/контр.							
Зав.каф.							

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: «Модернізація системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса»

Київ – 2023 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

(підпис)

“ _____ ” _____ 2023р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту

Клімова Крістіна Дмитрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту «Модернізація системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса»

Керівник проєкту Галецький Олександр Сергійович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ 25 ” 05 2023 року № 1951-с

2. Термін подання студентом проєкту 14 червня 2023р.

3. Вихідні дані до проєкту Мінімальний тиск на вході з ПГА $p_{\min}=6,5\text{бар}$, $l_1=1\text{м}$, Довжина пневматичних ліній $l_1=1\text{м}$, $l_2=0,2\text{м}$, $l_3=0,8\text{м}$, $l_4=1\text{м}$, робочий об'єм гідравлічної частини ПГА $V=30\text{л}$, витрата робочої рідини $Q=1\text{л/с}$, час роботи системи $t=30\text{с}$

4. Зміст пояснювальної записки ВСТУП. РОЗДІЛ 1. Системи пожежогасіння в автобусах – шлях до забезпечення безпеки пасажирів. РОЗДІЛ 2. Проєктування системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса. РОЗДІЛ 3. Маршрутна технологія виготовлення поршня. РОЗДІЛ 4. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)

1 лист А1 складальне креслення, Деталювання: 3 креслення А3, складові одиниці: 1 креслення А1 і 1 креслення А3, принципові схеми: 3 листи А3, специфікації: 3 специфікації А4

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання 17.04.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз існуючих систем пожежогасіння двигуна	15.05.2023	
2	Розрахунково-конструкторська частина	01.06.2023	
3	Розділ з технології машинобудування	09.06.2023	
4	Розділ з охорони праці	25.05.2023	
5	Виконання графічної частини проекту	05.06.2023	
6	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	10.06.2023	

Студент

Керівник проекту

(підпис)

(підпис)

Крістіна КЛІМОВА

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Олександр ГАЛЕЦЬКИЙ

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Анотація

Дипломний проєкт «Модернізація системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса».

Дипломний проєкт складається з пояснювальної записки, яка містить 74 сторінок, 27 рисунків, 10 таблиць, а також з графічної частини, яка містить 3 креслення А1, 4 креслення А3, 3 специфікації та 3 принципових схем формату А3.

Метою цього дипломного проєкту є забезпечити безпеку пасажирів найбільш розповсюдженого громадського транспорту – автобуса шляхом модернізації системи пожежогасіння моторного відсіку.

Ключові терміни: інерційна система пожежогасіння , пневматичні системи пожежогасіння, електрична система пожежогасіння, пневмо-гідравлічні системи пожежогасіння.

Abstract

Diploma project "Modernization of the Engine Compartment Fire Suppression System in Buses".

The diploma project consists of an explanatory note, which contains 74 pages, 27 figures, and 10 tables, as well as a graphical part, which includes 3 A1 drawings, 4 A3 drawings, 3 specifications, and 3 schematic diagrams in A3 format.

The aim of this diploma project is to ensure the safety of passengers in the most commonly used public transportation vehicle, the bus, by modernizing the fire suppression system in the engine compartment.

Key terms: inertial fire suppression system, pneumatic fire suppression system, electrical fire suppression system, pneumatic-hydraulic fire suppression system.

Зміст

ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1. Системи пожежогасіння в автобусах – шлях до забезпечення безпеки пасажирів	12
1.1. Найбільша небезпека автобусів і способи її усунення.....	12
1.2. Інерційна система пожежогасіння відділу двигуна автобуса	20
1.3. Пневматичні системи пожежогасіння моторного відсіку в автобусах	22
1.4. Електрична система пожежогасіння відділу двигуна автобуса.....	25
1.5. Пневмо-гідравлічні системи пожежогасіння моторного відділу	29
РОЗДІЛ 2. Проектування системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса	32
2.1. Принципові схеми систем пожежогасіння моторного відсіку автобуса	32
2.1.1. Принципова схема системи пожежогасіння відділу двигуна автобуса з ручним керуванням	32
2.1.2. Принципова схема системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса з електро-пневматичним керуванням	33
2.1.3. Принципова схема системи пожежогасіння моторного відсіку автобуса з цифровим керуванням.....	36
2.2. Розрахунок системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса	38
2.2.1. Вихідні дані до розрахунку	38
2.2.2. Вибір пневматичних трубопроводів	39
2.2.3. Знаходження пропускної здатності пневмоліній	40
2.2.4. Врахування об'ємів трубопроводів при динамічному розрахунку.	42
2.2.5. Визначення часу підготовчого періоду.....	44
2.2.6. Визначення часу заключного періоду.....	48
2.2.7. Діаграма роботи пневмоциліндра	49

					<i>ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Клімова			Модернізація системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса	Літ.	Арк.	Акрцшів
Перевірив		Галецький					8	74
						<i>КПІ ім. І. Сікорського</i>		

2.3. Підбір апаратури	50
РОЗДІЛ 3. Маршрутна технологія виготовлення поршня	54
3.1. Опис деталі, яка буде виготовлятись	54
3.2. Вибір матеріалу, розрахунок кількості та вартості заготовок	55
3.3. Розробка маршрутного технологічного процесу.....	56
3.4. Розрахунок вартості інструментів	59
3.5. Висновок.....	59
РОЗДІЛ 4. Охорона праці	60
4.1. Мікроклімат.....	60
4.2. Освітлення	62
4.3. Пожежна безпека	64
4.4. Електробезпека.....	65
4.5. Висновок.....	67
ВИСНОВОК	68
Перелік посилань	69
ДОДАТОК А	72
ДОДАТОК Б	73
ДОДАТОК В.....	74

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Найголовнішим критерієм усіх винаходів є безпека людей, які ним користуються. Саме тому важливо прораховувати усі ризики для користувачів і або усувати їх, або забезпечувати їх страховими механізмами, які спрацьовують у разі небезпеки.

Автобус – це найпопулярніший громадський транспорт у світі, яким користуються дуже велика кількість людей щодня. Саме через це потрібно щоб цей транспорт був якомога безпечнішим для них.

Один з найнебезпечніших компонентів автобуса є двигун і те, що він через високі температури може загорятись. Саме тому важливо щоб була можливість негайно усунути пожежу, адже всередині знаходяться люди. І не зважаючи на те, що більшість автобусів обладнані вогнегасниками, це не є найкращим варіантом захисту. У цього способу є ряд мінусів таких як залежність від реакції людини та її спроможності справитись з пожежею, що наражає на небезпеку всіх пасажирів.

Тому потрібно знайти найкращий спосіб для автоматизації гасіння пожежі в автобусах, розглянути всі можливі варіанти і створити найефективніший.

Саме через це метою цього дипломного проєкту є удосконалення системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса за рахунок використання піноутворюючого розчину.

Задачі:

1. Аналіз існуючих систем пожежогасіння моторного відділу в автобусах;
2. Розроблення варіантів принципів схем систем пожежогасіння відділу двигуна автобуса;
3. Проведення розрахунків систем пожежогасіння моторного відсіку автобуса запропонованих схемних рішень;
4. Підбір апаратури для розроблених систем пожежогасіння відсіку двигуна автобуса;

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

5. Розробка маршрутної технологічної карти виготовлення деталі;
6. Перевірка умов праці на відповідність нормам.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. Системи пожежогасіння в автобусах – шлях до забезпечення безпеки пасажирів

1.1. Найбільша небезпека автобусів і способи її усунення

Щодня мільйони людей у світі використовують автобуси аби добиратись до різних місць призначень, таких як, робота, школа, університет, інше місто і т.д. За даними UITP (Міжнародна Асоціація Громадського Транспорту) автобуси є найбільш використовуваним громадським транспортом у світі.[1]

Якщо взяти трохи статистики, то близько 4 мільярди поїздок на автобусі було здійснено тільки у Англії у 2019-2020 роках[2].

Не зважаючи на те, що автобуси можна віднести до безпечних видів транспортів, можуть траплятись різні аварійні ситуації. Саме тому нам потрібно сфокусувати увагу на сприянні покращенню безпеки автобусів, адже це наш моральний обов'язок. Нещасні випадки відбуваються кожен день, вони призводять до смерті людей, серйозних травм і ушкоджень та значних фінансових збитків. Ці випадки можуть призвести до зменшення довіри громадян до автобусів.

Якщо забезпечити безпеку в автобусному транспорті, то це принесе велику користь суспільству. Автобуси – це популярний вид транспорту, тому сприяючи усуненню небезпек ми можемо спричинити ще більшу популяризацію цього виду транспорту. Це збільшить відсоток людей, які обирають громадський транспорт, а не автомобілі, що зменшить кількість машин на дорогах. У свою чергу ми отримаємо зменшення заторів. Також позитивні наслідки будуть і для навколишнього середовища, у вигляді послаблення забруднення повітря.

Безпека – це ключ до забезпечення привабливості автобусів, що зробить їх ще популярнішими у цілому світі. І якщо ДТП можна сприймати як людський фактор, то наш обов'язок як інженерів забезпечити мінімізацію поломок систем або зменшити негативні наслідки, якщо все ж таки трапляються несправності.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

До найбільшої проблеми автобусів можна віднести моторні відсіки. За статистикою щороку близько 1% цих транспортних засобів на дорозі піддаються вогню, а у 70% випадків причиною загорання є секція двигуна.[3]

Якщо більш заглибитись у проблему і зосередитись на дослідженні Швеції з приводу цієї теми, то в 2009 році там було зареєстровано 153 пожежі в автобусах. У середньому ми отримаємо близько трьох пожеж на тиждень.

На рис.1.1 показано збільшення кількості зареєстрованих пожеж з кінця 1990-х років.[4, с.10]

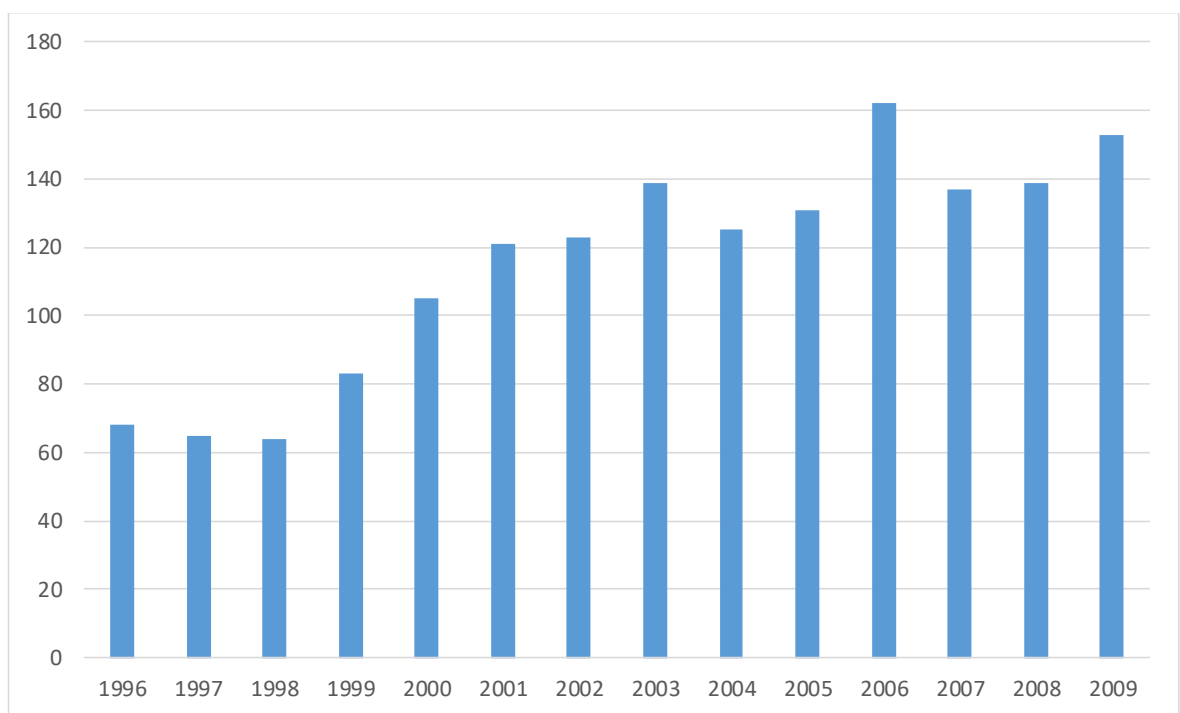


Рис.1.1. Зареєстровані пожежі автобусів у Швеції. [4, с.10]

Проте статистика не визначає масштаби зареєстрованих пожеж, тобто вони включають все: від невеликих самозагасаючих пожеж до випадків, коли вогонь поглинув весь транспортний засіб. Крім того, статистика не розрізняє пожежі, що виникають всередині кабіни, і ті, що відбуваються зовні, напр. в моторному відсіку, гальма та ін.

У період з 1999 по 2009 рік пожежі були зареєстровані приблизно в 0,9% шведських автобусів щорічно. Тільки в 2009 році цей показник становив 1,1%. З

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк. 13
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

огляду на термін служби транспортних засобів, за статистикою 1999-2009 років пожежа зареєстрована в 10% усіх автобусів.[4, с.10]

Також є невідома кількість незареєстрованих пожеж у автобусах. Одна з причин полягає в тому, що деякі великі автобусні компанії не беруть страхування від пожежі в страхових компаніях, віддаючи перевагу нести ризик самотійно, таким чином знижуючи стимул повідомляти про інциденти. Крім того, пожежі в автобусах є делікатним питанням, оскільки повторювані повідомлення про пожежу можуть хвилювати пасажирів. Тому справжня кількість пожеж у автобусах може бути значно більшою, ніж повідомляється. У розслідуванні, проведеному в 2006 році, кількість неповідомлених пожеж за оцінками дорівнювала приблизно двом третинам кількості зареєстрованих інцидентів.

Значна частина пожеж виникає в моторному відсіку автомобіля. Велика кількість пожеж у автобусах має кілька причин:

1. Більш суворі вимоги до низьких рівнів шуму призвели до більш широкого використання ізоляції та герметизації моторного відсіку. Звукоізоляція може зменшити шум, але вона також підтримує високу температуру моторного відділення.
2. Зниження допустимих рівнів викидів призвело до підвищення робочих температур у деяких компонентах двигуна з метою підвищення ефективності згоряння двигуна.
3. Автобуси інтенсивно використовуються і потребують мало часу на технічне обслуговування. Середній річний пробіг шведського автобуса майже в три рази перевищує пробіг вантажівки, що призводить до високого рівня зносу двигуна.

Незважаючи на надзвичайно високу кількість пожеж у автобусах, тілесні ушкодження, на щастя, трапляються рідко. З іншого боку, потенційний ризик катастрофічної події високий. За останні роки є кілька міжнародних прикладів пожеж у автобусах зі смертельним наслідком: Усі, Китай, у липні 2010 року (24 загиблих), Уттар-Прадеш на півночі Індії у грудні 2008 року (63 загиблих),

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Ганновер, Німеччина, у листопаді 2008 року (20 загиблих) та Вілмер, Техас, у Вересень 2005 р. (23 загиблих).[4, с.11]

Враховуючи той факт, що більшість пожеж починається в моторному відсіку, адекватні системи активного протипожежного захисту для моторного відсіку є перевагами як з точки зору безпеки пасажирів, економіки компанії-перевізника, так і управління державними ресурсами.

У багатьох країнах досить розповсюджена практика встановлення різних систем пожежогасіння у автобусах. Кожна звісно має свої правила встановлення цього обладнання і прописані закони про конкретні їх типи залежно від виду і призначення цього транспорту.

Так, наприклад, у Сполучених Штатах Америки широко практикується встановлення систем пожежогасіння, всі, без виключення, автобуси повинні мати її у моторному відсіку. Звісно відрізняється обладнання по типу, це зумовлено різними виробниками та застосуванням. Розглянути можна на прикладі шкільних і транзитних автобусів. У першому типі переважно використовують системи сухого хімічного порошку, а у другому – різні комбінації.

Якщо розглянути Європу, то все залежить від країн. Деякі з них, як Франція та Іспанія мають таку ж політку щодо систем пожежогасіння як і Сполучені Штати, тобто вимагають їх встановлення. А ось Сполучене Королівство Великої Британії має інші вимоги, у них не є обов'язковим встановлення цього обладнання в моторний відсік.

Загалом використання і встановлення систем пожежогасіння у відсік двигуна є надзвичайно важливим для безпеки пасажирів. Звісно доступні різні їх типи, кожна з яких має свої переваги та недоліки. Вибір цих систем зумовлений різними факторами, такими як тип та призначення автобуса, закони країни по експлуатації.

Системи пожежогасіння відсіку двигуна мають досить багато типів, тому нам потрібно розібратись у їх видах.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

Почнемо з найбільш загального типу, який зображений на рис.1.2.

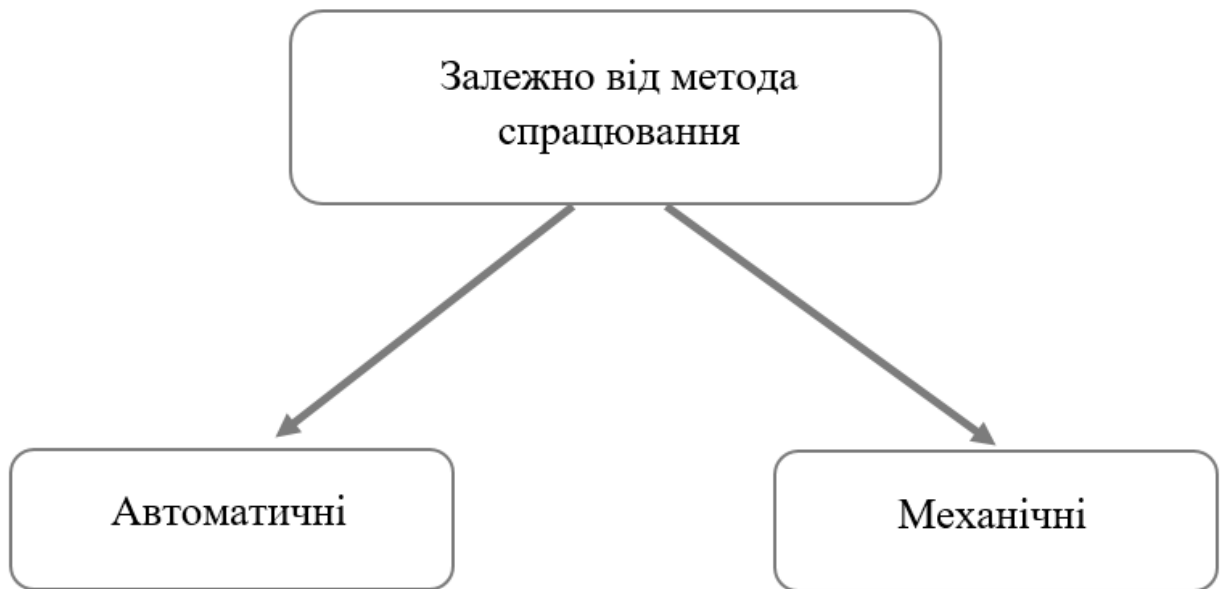


Рис.1.2. Типи систем пожежогасіння залежно від метода спрацювання.

На рис.1.2 яскраво продемонстрований найбільш широку класифікацію систем пожежогасіння моторного відділу. З рисунку ми можемо побачити, що вони поділяються залежно від метода спрацювання на автоматичні та механічні.

Автоматичні системи: навіть з назви можна зробити висновок, що вони працюють автоматично. Тобто системи автоматичного пожежогасіння відсіку двигуна виявляють та гасять пожежу без залучення людини. Вони можуть використовувати теплові датчики, датчики диму або інші пристрої виявлення наявності загорання. Після цього різними способами активується вогнегасна речовина щоб погасити вогонь.

Найбільший плюс таких систем є те, що вони максимально швидко виявляють і ліквідують загорання. Це мінімізує загрозу для пасажирів і руйнівні наслідки.

Механічні системи: спрацьовують за допомогою ручної активації водієм або оператором автобуса. Механічні системи пожежогасіння моторного відсіку

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

зазвичай складаються з вогнегасника та механізму розблокування, що активується за допомогою троса або вмикача. При тяжінні за трос або натисканні вмикача водієм, вогнегасник скидає речовину в моторний відсік.

Така система пожежогасіння є відносно проста, але швидкість спрацювання і гасіння залежить від того коли буде помічена пожежа.

Системи пожежогасіння відсіку двигуна можна поділити залежно від типу речовини яку використовують для гасіння пожежі.

На рис.1.3 зображенні найпоширеніші типи рідин, які використовуються при гасінні моторного відсіку автобусів.



Рис.1.3. Типи систем пожежогасіння залежно від речовини гасіння.

Порошки(або сухі хімічні реагенти): переважно сухі хімічні реагенти використовують у формі порошку. Їх дія зосереджена на тому, щоб перервати

ланцюгову хімічну реакцію, яка відбувається під час пожежі. Найчастіше використовуються такі реагенти як моноамонійфосфат або бікарбонат натрію. Ці реагенти є ефективні проти пожеж класу А, В і С та можуть використовуватись як і в автоматичних системах пожежогасіння так і в механічних.

Вуглекислий газ(CO_2): Діоксид вуглецю – це газ який використовують в автоматичних системах пожежогасіння, він немає ні кольору, ні запаху. Він витісняє кисень з області вогню, що допомагає в усуненні пожежі. Вуглекислий газ не залишає залишків і це робить його досить хорошим у застосуванні в системах пожежогасіння моторного відділу.

Піна: вона є досить популярною речовиною для гасіння пожеж, яку можна застосовувати як і в автоматичних так і в механічних системах. Вона працює шляхом утворення ковдри над зоною пожежі та допомагає позбавити надходження кисню до вогню. Піна – це ефективний засіб гасіння пожеж класу А і В, але менш ефективний у боротьбі з класом С.

Чисті реагенти: це такі сполуки, які розроблені для того аби не залишати ніяких залишків після використання. Вони також часто використовуються у комп'ютерних клубах, центрах обробки інформації та в зонах, які чутливі до пошкоджень або наслідки пожежогасіння принесуть значні збитки. Чисті реагенти як HFC-227ea, Novec 1230 і FM-200 досить ефективні у гасінні пожеж у відсіку двигуна, але є дорожчі ніж інші види засобів гасіння пожеж.

Водяний туман: ця система працює утворюючи туман з капель води, який охолоджує та гасить пожежу. Він ефективний проти пожеж класу А та В.

Всі ці речовини гасіння мають свої переваги та недоліки, а тип який використовуватиметься залежатиме від моторного відсіку та його потреб.

Таким чином ми розглянули вже декілька типів систем пожежогасіння відділу двигуна, зрозуміли, що є різні типи рідин, які використовуються. Тепер є доцільним розглянути більш детально автоматичні установки.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ док-т.	Підпис	Дата		

Як ми знаємо автоматичні системи пожежогасіння виявляють пожежу за допомогою різних датчиків після чого установка активізується і випустить речовину для гасіння пожежі.

Тепер потрібно більш детально розглянути на які типи поділяються автоматичні системи(Рис. 1.4).



Рис.1.4. Типи автоматичних систем пожежогасіння моторного відсіку автобусів

Тепер видно, які типи автоматичних установок пожежогасіння моторного відділу автобуса бувають, тому розглянемо загальну інформацію про кожен з них.

Електрична система пожежогасіння відділу двигуна. Вже з назви можна дізнатись, що така установка працює на основі електричних сигналів. Зазвичай такі системи складаються з датчиків пожежі, контролера та системи гасіння.

Інерційна система пожежогасіння моторного відсіку. Ця установка працює за рахунок різкого зупинення, аварії або зіткнення пов'язаного з пожежею.

Складається така система з інерційних сенсорів, які спрацьовують і запускають систему гасіння пожежі.

Пневматична система пожежогасіння відсіку двигуна. Такі установки використовують стиснуте повітря або газ для роботи. До складу пневматичних систем входять такі елементи як циліндр, термочутливий елемент, форсунки.

Пневмо-гідравлічна система пожежогасіння моторного відділу. Схема роботи такої установки полягає в тому, що стиснуте повітря слугує для запуску гідравлічного механізму, який в свою чергу розповсюджує речовину для гасіння пожежі.

1.2. Інерційна система пожежогасіння відділу двигуна автобуса

Враховуючи той факт, що автобусами користуються досить багато людей, а небезпека завжди присутня під час поїздок, існує досить багато способів для зниження ризиків.

З кожним роком критерії до моторів стають жорсткішими, повинні мінімізуватися викиди та шуми, що призводить до встановлення більш складних двигунів. Це призводить до збільшення кількості загорань саме в цьому відділі і потребує захисту від пожеж.

Автоматичні системи пожежогасіння досить добре справляються із захистом моторного відсіку. Існує багато типів автономних установок. Зараз розглянемо більш детально такий вид як інерційна система пожежогасіння відділу двигуна.

Такими системами оснащують свої автобуси такі компанії як Alexander Dennis Limited (ADL), Volvo, Scania, MAN та Iveco. Інерційні системи популярні у низці країн, наприклад, Сполучених Штатах Америки та Канаді.

Тепер нам потрібно зрозуміти як працюють інерційні системи пожежогасіння. Почнімо з того, що такі установки використовують сенсори для виявлення зміни орієнтації автомобіля, раптового сповільнення, будь яких ознак

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

зіткнення або аварії. Якщо датчики спрацювують, то система розпиляє хмару сухого порошку або піногасника.

Після того як був розглянутий принцип роботи цієї установки можна детальніше дослідити компоненти.

Система виявлення пожежі – датчики, які встановлюються на рамі або шасі транспортного засобу для визначення кутової швидкості та прискорення.

Механізм активації – це зазвичай невеликий піротехнічний заряд.

Засіб гасіння – переважно сухий хімічний реагент, який потрапляє у відсік двигуна для гасіння пожежі. Реагент може зберігатись у циліндрі поки не знадобиться.

Система розподілу – відповідає за транспортування речовини для гасіння з контейнера для зберігання до моторного відділу.

Після того як було описано систему спрацювання і основні компоненти інерційної установки пожежогасіння відсіку двигуна можна розписати її плюси та мінуси.

Переваги:

- Система є досить швидкою у реагуванні на пожежу. Може бути активізована через мілісекунди після пожежі, або навіть запобігти пожежі при аваріях.
- Економічна вигода. Так як системи досить прості в установці та обслуговуванні їх нескладно встановлювати навіть для малобюджетних транспортних засобів.
- Недоліки:
- Кількість речовини для гасіння в цих системах обмежена та її може бути замало для гасіння великої пожежі.
- Існує можливість помилкової активації системи через вібрації та невеликі удари.

Тепер, маючи достатньо інформації по інерційним системам пожежогасіння, можна підсумувати результати досліджень з цієї теми.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Ці установки надзвичайно корисні у боротьбі з пожежами, особливо в наслідок аварії. Значною перевагою встановлення інерційних системах в автобусах можна назвати їх доступність. Установки не потребують складного технічного нагляду, досить прості у своїй комплектації, тому можна сказати встановлення їх має фінансові переваги для компаній. Але назвати ці системи максимально ефективними не можна. Найголовнішим і найнебезпечнішим недоліком інерційних систем пожежогасіння в автобусах потрібно зазначити їх фальшиві активації. Якщо сталася помилка і звичайні вібрації бути сприйняті за аварію то установка включить режим пожежогасіння, що може дуже негативно вплинути на безпеку пасажирів на дорозі.

1.3. Пневматичні системи пожежогасіння моторного відсіку в автобусах

Почнімо з того, що у світі є дуже велика кількість автобусів, адже це надзвичайно розповсюджений вид громадського транспорту. Саме через це існує безліч компаній по їх створенню. Кожного року технології розвиваються і створюються різні системи у цих автобусах.

Для усунення такої значної недосконалості як пожежі у відсіку двигуна різні компанії створюють креативні рішення і використовують його у своїх транспортах.

У Сполучених Штатах Америки в таких компаніях як Blue Bird, Thomas Built Buses та IC Bus широко використовують пневматичну установку пожежогасіння відсіку мотора. Взагалі ця система є досить поширеною та популярною. Її також використовують й інші провідні країни та компанії світу. Як приклад можна привести Європейські компанії Daimler AG і Volvo Group, Японську Isuzu Motors, Південно Корейську Hyundai Motor Company.

З огляду на те, що пневматичні системи пожежогасіння моторного відділу є досить розповсюдженні потрібно розглянути їх більш детально. Перш за все

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

потрібно зрозуміти принцип роботи таких установок тому перейдемо спочатку до цього.

Головною унікальною рисою пневматичних систем пожежогасіння є те, що вона працює завдяки випусканню газу під високим тиском, як правило це може бути або азот або вуглекислий газ. Установку активізують датчики виявлення тепла або диму. Потім газ випускається через форсунки і витісняє кисень не даючи поширюватись вогню.

Тепер, коли ми знаємо як працюють пневматичні системи пожежогасіння, можна детальніше розглянути компоненти з яких вона складається.

Почнімо з пристрою який приводить до роботи цю установку – датчики. Саме завдяки ним система отримує данні про загорання.

Також в установці є повітряний компресор, який відповідає за тиск у системі. Цей елемент може бути як з двигуном так і з електроприводом, зазвичай може розташовуватися поза моторним відділом.

Ще один елемент системи пожежогасіння – це реле тиску. Його використовують для контролю тиску в системі і при потребі включається компресор аби цей рівень підтримувати.

Також потрібним компонентом системи є резервуар для зберігання повітря, який переважно виготовляють зі сталі та у якому є запобіжний клапан.

Пневматичні труби призначені для транспортування газу від резервуара в місце пожежі.

Форсунки – це такі елементи, які призначені для рівномірного розподілу газу по відсіку двигуна для максимальної ефективності гасіння вогню.

Ручна тягова станція – це можна сказати страхова система у випадку несправностей та надзвичайних ситуацій. Цей пристрій знаходиться за межами відсіку двигуна і його можна використати для ручної активації системи.

Зазвичай ще біля сидіння водія розташовують панель керування, яка містить станцію ручної тяги, манометр та сигнальну лампу.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

На рис. 1.5 а[5] і 1.5 б[6] можна побачити приклади пневматичних систем пожежогасіння відсіку двигуна автобуса.

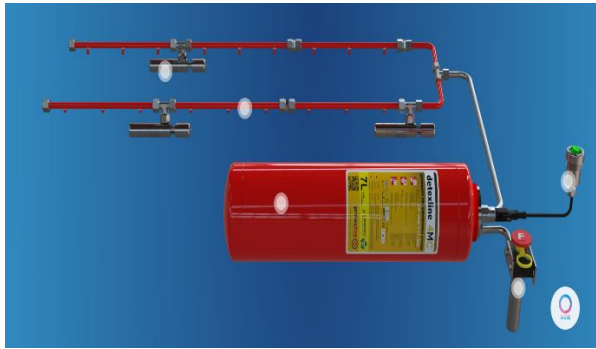


Рис. 1.5 а. Приклад пневматичної системи пожежогасіння[5]

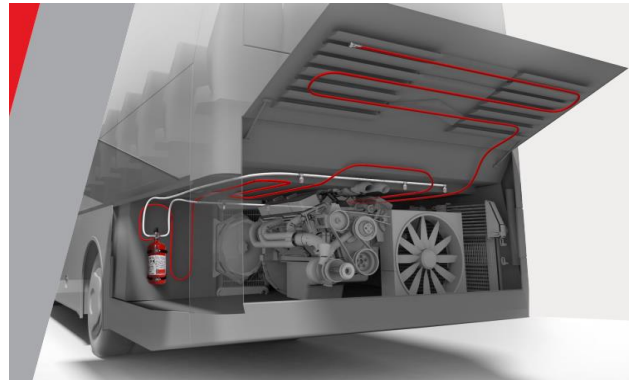


Рис. 1.5 б. Приклад розміщення пневматичної системи пожежогасіння[6]

Враховуючи попередню інформацію можна розглянути плюси та мінуси пневматичних систем пожежогасіння.

До позитивних якостей можна віднести стрімкість придушення горіння. Це досить позитивно впливає на мінімізацію пошкоджень, адже вогонь не встигне завдати значної шкоди. Безперечним плюсом є також те, що в системі використовується різні гази і це не забруднює ні навколишнє середовище, ні відсік мотора.

У пневматичних установках пожежогасіння недоліком є те, що технічне обслуговування потрібно проводити більш частіше ніж в деяких інших системах.

Враховуючи попередню інформацію, яку було отримано про пневматичні системи пожежогасіння моторного відділу, можна зробити висновки про обгрунтовану розповсюдженість цих установок. Вони досить непогано справляються з усуненням вогню водночас є достатньо екологічними.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

1.4. Електрична система пожежогасіння відділу двигуна автобуса

Автобуси надзвичайно популярний вид громадського транспорту, тому важливо попіклуватись про безпеку людей, які ними користуються. Незважаючи на дорожньо-транспортні пригоди, основною небезпекою є пожежі, зокрема у моторному відсіку. Відділ двигуна є найчастішою причиною пожеж в автобусі, що робить його зоною підвищеної небезпеки.

Для того, щоб зменшити наслідки пожеж, завдану шкоду і небезпеку в моторний відсік можна встановлювати установки пожежогасіння.

Найбільш ефективними є автоматичні установки для гасіння пожеж. Зокрема хорошим вибором є електрична система пожежогасіння відділу двигуна. Вони призначені для усунення вогню за допомогою автоматичного вогнегасника та комбінації датчиків.

Взагалі електрична система пожежогасіння переважно використовується такими компаніями як Mercedes, MAN та Scania. Установка досить розповсюджена в автобусах у таких країнах як Німеччина та Франція.

Для того, щоб зрозуміти усі аспекти цієї системи потрібно дізнатись якомога більше про неї. З початку потрібно розібратися з принципом роботи електричних установок гасіння пожеж.

Взагалі принцип роботи можна розділити на дві частини: виявлення та пожежогасіння. Перша частина використовує для знаходження прояву пожежі у моторному відсіку датчики. Вони підключаються до блоку керування для аналізу даних і визначення є загорання чи немає. У разі виявлення пожежі починається друга частина роботи – пожежогасіння. Блок управління призводить до роботи систему гасіння пожежі і запускає речовину для усунення вогню.

Для припинення пожежі може використовуватись автоматичний вогнегасник. Він зазвичай є чистим реагентом, як, наприклад, FM200 або Novec 1230, який заповнює відділ двигуна для ліквідування пожежі.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

Таким чином знаючи принцип роботи електричної системи пожежогасіння можна більш детально розглянути компоненти цієї установки.

Певно найбільш важливим компонентом електричної системи можна назвати блок керування. Його можна порівняти з мозком установки адже він відповідає за отримання та обробку даних. Також блок керування відповідає за запуск системи пожежогасіння.

Датчики – це, можна сказати, основа електричної системи без яких вона не запуститься адже не буде даних про те є пожежа чи немає. Найбільш розповсюдженні у використанні сенсори – це теплові сприймачі та димові сповіщувачі.

Вогнегасник – компонент, який відповідає за фінальну частину роботи електричної системи пожежогасіння. З назви зрозуміло, що це пристрій для гасіння вогню, який переважно є чистим реагентом, тобто не лишає слідів після використання.

Електропроводка – це система з'єднання кабелів та проводів для забезпечення правильного функціоналу.

Враховуючи попередні дані можна розглянути один з варіантів електричних систем показаного на рис.1.6 [7].

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

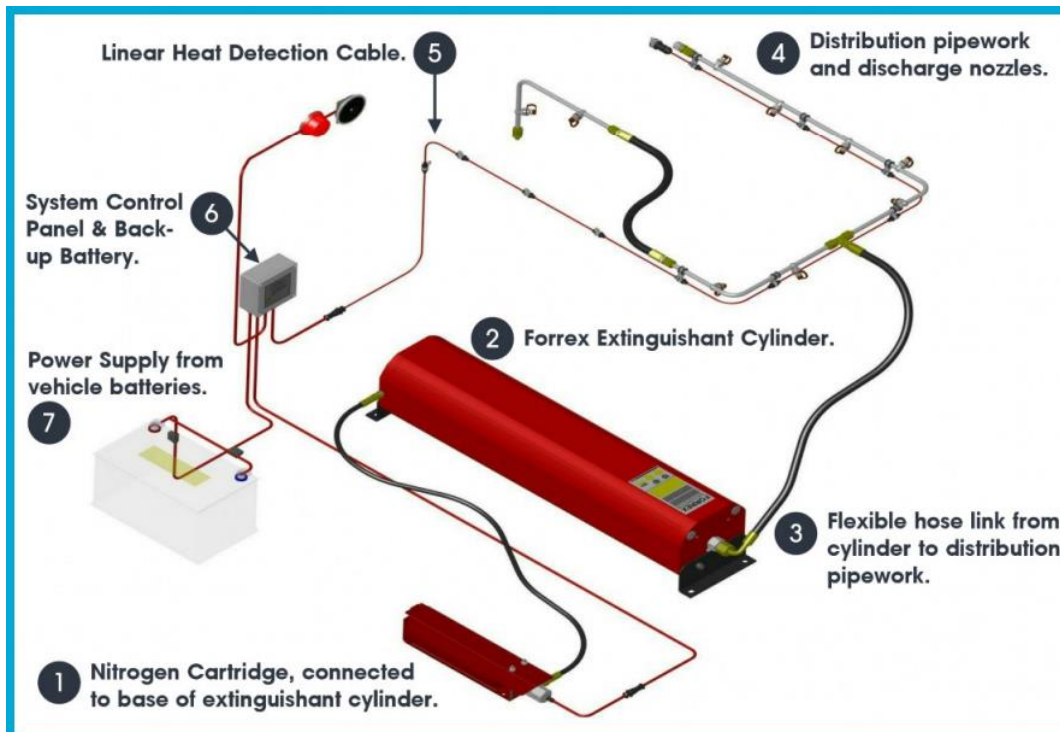


Рис.1.6. Приклад електричної системи пожежогасіння моторного відсіку [7]

1 – катридж азоту; 2 – циліндр вогнегасний; 3 – гнучне з'єднання шлангом від циліндра до розподільника; 4 – розподільний трубопровід з форсунками; 5 – кабель виявлення тепла; 6 – контрольна панель з резервною батареєю; 7 – живлення від акумулятора.

Система (рис. 1.6) вміщує наступні компоненти: 1 – катридж азоту; 2 – циліндр вогнегасний; 3 – гнучне з'єднання шлангом від циліндра до розподільника; 4 – розподільний трубопровід з форсунками; 5 – кабель виявлення тепла; 6 – контрольна панель з резервною батареєю; 7 – живлення від акумулятора.

Принцип цієї установки полягає в тому, що при виявленні пожежі елементом 5 йде сигнал до панелі 6, яка запускає в дію нітрогеновий катридж 1, який в свою чергу призводить до дії циліндр з рідиною для гасіння 2. Далі ця рідина через гнучке з'єднання 3 потрапляє до трубопроводу з форсунками 4 і гасить пожежу.

Тепер, коли зрозумілий принцип роботи та компоненти електричної системи пожежогасіння, можна сформулювати переваги та недоліки цієї установки.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Почнімо з переваг електричної системи пожежогасіння:

- По-перше, хочеться зазначити таку позитивну якість як швидкість реагування. Час за який електрична система знаходить прояви пожежу надзвичайно малий, що зводить до мінімуму пошкодження відсіку двигуна.
- Зведення до мінімуму шкоди. Враховуючи той факт, що у вогнегаснику знаходиться чистий реагент, який не залишає слідів, набагато зменшується необхідність в очищенні.
- Автономна робота системи. Враховуючи той факт, що система є автоматична, то вона не потребує втручання людини. Це знижує небезпеку для людей і також збільшує можливість швидкої реакції на загорання.

Тепер, після того як були вказані переваги електричної системи, можна перейти до недоліків:

- Ціна. Вартість встановлення та обслуговування електричної системи пожежогасіння може бути досить високою.
- Обслуговування. Ця установка потребує досить ретельного та регулярного технічного обслуговування.
- Один з найголовніших недоліків – це неможливість роботи без джерела живлення. З розрядженим акумулятором система не працюватиме.
- Чутливість до електричних несправностей. Система може бути легко пошкоджена різними способами, наприклад, водою, це робить її недостатньо надійною для екстремальної погоди.

Отже, підведемо підсумки щодо електричних систем пожежогасіння моторного відділу автобусів. Вони слугують досить ефективним захистом проти пожеж. Електрона система забезпечує швидким часом реагування, мінімальними пошкодженнями та автономною роботою. Незважаючи на низку недоліків, таких як чутливість до електричних несправностей, дороговартісного встановлення та складностей в обслуговуванні, такі установки є досить популярними. Електричні системи забезпечують хороший рівень захисту від пожеж у відсіку двигуна.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

1.5. Пневмо-гідравлічні системи пожежогасіння моторного відділу

Сьогодні дуже актуальне питання безпеки людей. З кожним роком безліч речей намагаються зробити якомога зосередженими на захисті користувачів. Все більше і більше систем створюють і модернізують аби мінімізувати небезпеку для людей. Це також стосується і різних видів транспорту, адже з кожним роком люди все більше подорожують, постійно пересуваються по місту, роблять усе аби за життя побачити якнайбільше цікавого. Тому дуже гостро постає питання захисту людей у транспорті від різних небезпек. Якщо враховувати, що переважна більшість з них користується громадським транспортом, зокрема автобусами, то гостро постає питання їх безпеки.

Враховуючи небезпеку пожеж у моторному відсіку автобусів все більше стає популярним встановлення автоматичних систем пожежогасіння, зокрема пневмо-гідравлічних.

Ці системи використовують провідні компанії світу з виготовлення автомобілей та автобусів. Корпорація Mercedes-Benz встановлює пневматично-гідравлічні системи пожежогасіння у своїх автобусах з 2009 року. Blue Bird провідна компанія Сполучених Штатів Америки також пропонує встановлення таких установок. Yutong Bus один з провідних постачальників автобусів у світі також використовує пневмо-гідравлічні системи пожежогасіння у своїх автобусах.

Враховуючи таку популярність цих установок розберемося чому вони є такі популярні та чим вони являються.

Пневматично-гідравлічну систему можна поділити на три основні складові: сенсори пожежі, контрольна панель та гідравлічні або пневматичні клапани. Датчики розташовані залежно від конструкції автобуса, вони постійно контролюють якість повітря та температуру в моторному відсіку. Коли температура сягає критичного рівня сенсори активуються і передають дані до контрольної панелі.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Контрольна панель відповідає за ревізію всієї системи. При спрацюванні датчика вона одразу відкриває клапани, це дозволяє речовині пожежогасіння потрапити в місце пожежі – відсік двигуна. Контрольна панель також може віддалено сповіщати про загорання.

Клапани також розташовуються залежно від конструкційних особливостей автобуса, вони можуть бути пневматичні або гідравлічні, перший тип використовує газ для гасіння, другий – різні речовини типу піни.

Піна досить ефективна речовина для усунення пожеж, тому її досить часто використовують у пневмо-гідравлічних системах. Вона розпилюється за допомогою форсунок, що створює захисний шар на моторному відділі та гасить пожежу.

На рис. 1.7 [8] можна побачити один з можливих варіантів схеми пневматично-гідравлічної системи пожежогасіння відсіку двигуна.

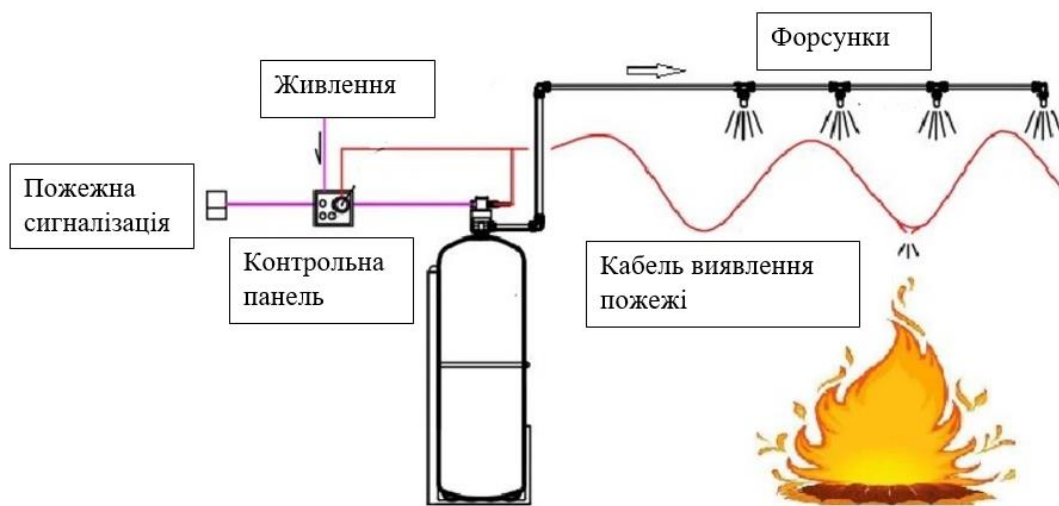


Рис. 1.7. Приклад пневмо-гідравлічної системи пожежогасіння

Як і всі системи пневматично-гідравлічна установка пожежогасіння має свої переваги та недоліки.

Певно найголовніший плюс такої системи є її довговічність та надійність, вони не потребують постійного ремонту та обслуговування. Також ні в якому

разі не можна скаржитись на повільну дію цих установок, адже вони мають досить короткий час реагування.

Якщо розглядати мінуси таких систем, то їх знайдеться не багато. Суттєвий недолік такої пневмо-гідравлічних установок є ризик витоку рідини, що може створити небезпеку для людей та забруднити навколишнє середовище.

Отже, тепер, коли було розглянуто достатньо інформації по пневматично-гідравлічних системах пожежогасіння, можна робити висновки. Звісно ця установка не є ідеальною і має свої плюси та мінуси, але вона досить ефективна і чудово бореться з пожежами. Якщо цю систему правильно встановити і експлуатувати, то вона буде безцінним доповненням у системі безпеці автобуса. Так як пневмо-гідравлічні установки є досить довговічними це буде також досить розумне вкладання ресурсів.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. Проектування системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса

2.1. Принципові схеми систем пожежогасіння моторного відсіку автобуса

2.1.1. Принципова схема системи пожежогасіння відділу двигуна автобуса з ручним керуванням

У цьому розділі буде розглянута схема з ручним керуванням та принципи її роботи. Схема зображена на рис. 2.1.

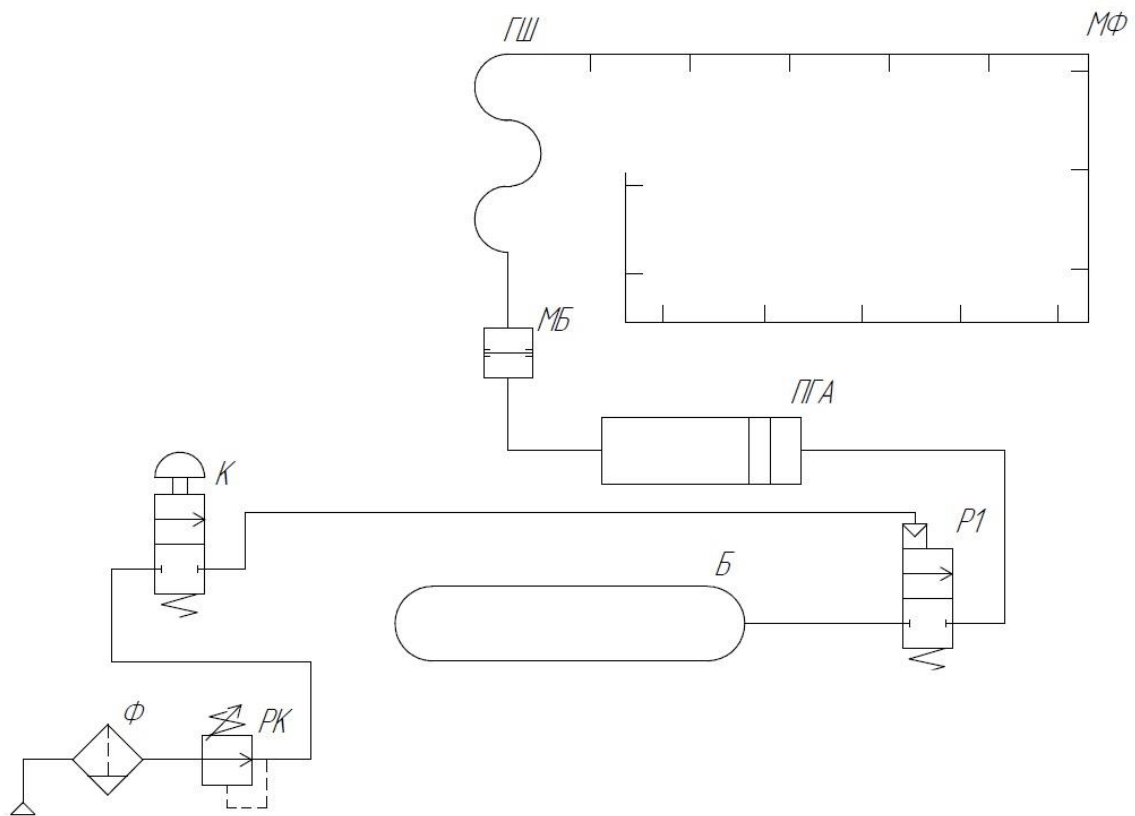


Рис. 2.1. Принципова схема пожежогасіння з ручним керуванням

Ф – фільтр вологовідділювач; РК – редукційний клапан; К – пневматична кнопка; Р1 – розподільник; ПГА – пневмо-гідравлічний апарат; МБ – мембрана; ГШ – гнучкий шланг; МФ – магістраль з піно-утворюючими форсунками; Б – ресивер з газом.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк. 32
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Система (рис.2.1) включає в себе наступні елементи: Ф – фільтр вологовідділювач; РК – редукційний клапан; К – пневматична кнопка; Р1 – розподільник; ПГА – пневмо-гідравлічний апарат; МБ – мембрана; ГШ – гнучкий шланг; МФ – магістраль з піно-утворюючими форсунками; Б – ресивер з газом.

Тепер, коли ми побачили як виглядає схема і з яких елементів вона складається, можна більш детально розглянути як ця схема (рис. 2.1) працює.

Почнімо з того що ця установка є механічною і в дію її призводить людина, це може бути водій, оператор або особа, яка помітила пожежу. Щоб система почала працювати потрібно натиснути на пневматичну кнопку К. Після виконання людиною цієї дії стиснуте повітря з мережі автобуса проходить через фільтр вологовідділювач Ф і редукційний клапан РК, де тиск цього повітря знижується до 4 бар. Далі повітря проходячи через кнопку К подається до лінії керування розподільником Р1, який перемикається. Це призводить до дії ресивер Б, який наповнений газом CO_2 . Після цього діоксид вуглецю подається в пневматичну камеру ПГА, у ній створюється надлишковий тиск, поршень починає тиснути на рідину, що в свою чергу утворює надлишковий тиск у вихідній лінії перед мембраною МБ. При досягненні 10 бар мембрана розривається. Гідравлічна рідина з пневмо-гідравлічного апарату витісняється і через гнучкий шланг ГШ наповнює магістраль з форсунками МФ і через піно-утворюючі форсунки рідина потрапляє на місце пожежі – відсік двигуна.

2.1.2. Принципова схема системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса з електро-пневматичним керуванням

У цьому розділі буде розглянута схема з ручним керуванням та принципі її роботи. Схема зображена на рис. 2.2.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

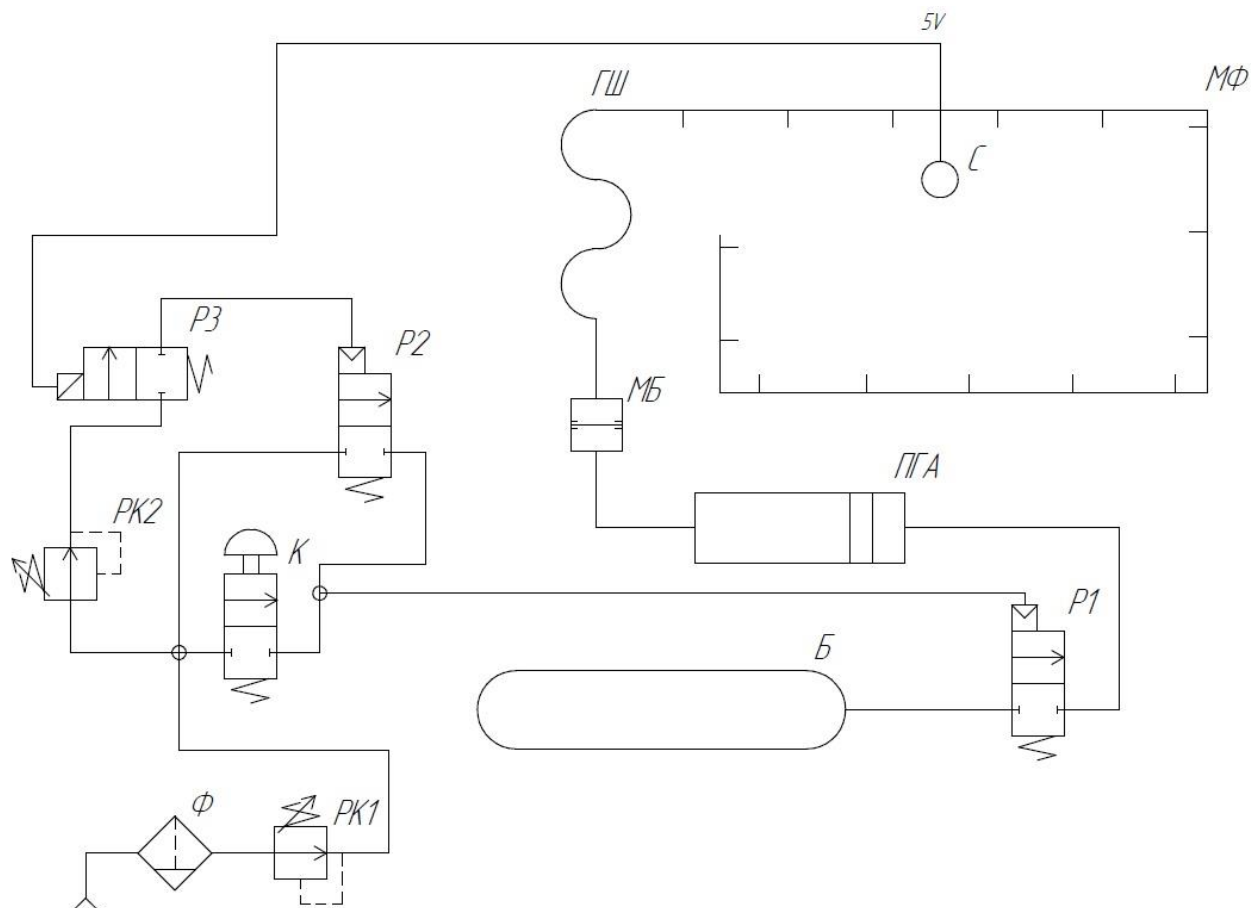


Рис. 2.2 Принципова схема пожежогасіння з електро-пневматичним керуванням
 Ф – фільтр вологовідділювач; РК1 – редукційний клапан; РК2 – редукційний клапан; К – пневматична кнопка; Р1 – розподільник; Р2 – розподільник; Р3 – розподільник; ПГА – пневмо-гідравлічний апарат; МБ – мембрана; ГШ – гнучкий шланг; МФ – магістраль з піно-утворюючими форсунками; Б – ресивер з газом; С – сенсор.

Система (рис.2.2) включає в себе наступні елементи: Ф – фільтр вологовідділювач; РК1 – редукційний клапан; РК2 – редукційний клапан; К – пневматична кнопка; Р1 – розподільник; Р2 – розподільник; Р3 – розподільник; ПГА – пневмо-гідравлічний апарат; МБ – мембрана; ГШ – гнучкий шланг; МФ – магістраль з піно-утворюючими форсунками; Б – ресивер з газом; С – сенсор.

Зараз, коли можна побачити як виглядає схема і з яких елементів вона складається, більш детально розглянемо як ця схема (рис. 2.2) працює.

Коли виникає пожежа вогонь починає нагрівати сенсор С, на його кінцях виходу виникає електричний потенціал, який подається до розподільника РЗ. Розподільник РЗ перемикається і стиснуте повітря проходячи через фільтр Ф, редукційні клапани РК1 та РК2 перемикає розподільник Р2. Після цього за допомогою розподільника Р1 запускається у дію ресивер Б, який наповнений діоксидом вуглецю. Далі CO_2 подається в пневматичну камеру ПГА, у якій утворюється надлишковий тиск призводячи до дії поршня, який тисне на рідину. Ці дії призводять до утворення надлишкового тиску у вихідній лінії перед мембраною МБ, яка при досягнення 10 бар розривається. Гідравлічна рідина з пневмо-гідравлічного апарату витісняється і через гнучкий шланг ГШ наповнює магістраль з форсунками МФ і через піно-утворюючі форсунки накриває піною моторний відсік витісняючи кисень і усуває пожежу.

Якщо трапиться збій системи то її можна перевести в механічний режим і активувати за допомогою пневматичної кнопки К. При виконанні цієї дії певною особою стиснуте повітря з мережі автобуса проходить через фільтр вологовідділювач Ф і редукційний клапан РК, де тиск цього повітря знижується до 4 бар. Далі повітря проходячи через кнопку К подається до лінії керування розподільником Р1, який перемикається. Це призводить до дії ресивер Б, який наповнений газом CO_2 . Після цього діоксид вуглецю подається в пневматичну камеру ПГА, у ній створюється надлишковий тиск, поршень починає тиснути на рідину, що в свою чергу утворює надлишковий тиск у вихідній лінії перед мембраною МБ. При досягненні 10 бар мембрана розривається. Гідравлічна рідина з пневмо-гідравлічного апарату витісняється і через гнучкий шланг ГШ наповнює магістраль з форсунками МФ і через піно-утворюючі форсунки рідина потрапляє на місце пожежі – відсік двигуна.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

2.1.3. Принципова схема системи пожежогасіння моторного відсіку автобуса з цифровим керуванням

У цьому розділі буде розглянута схема з ручним керуванням та принципі її роботи. Схема зображена на рис. 2.3.

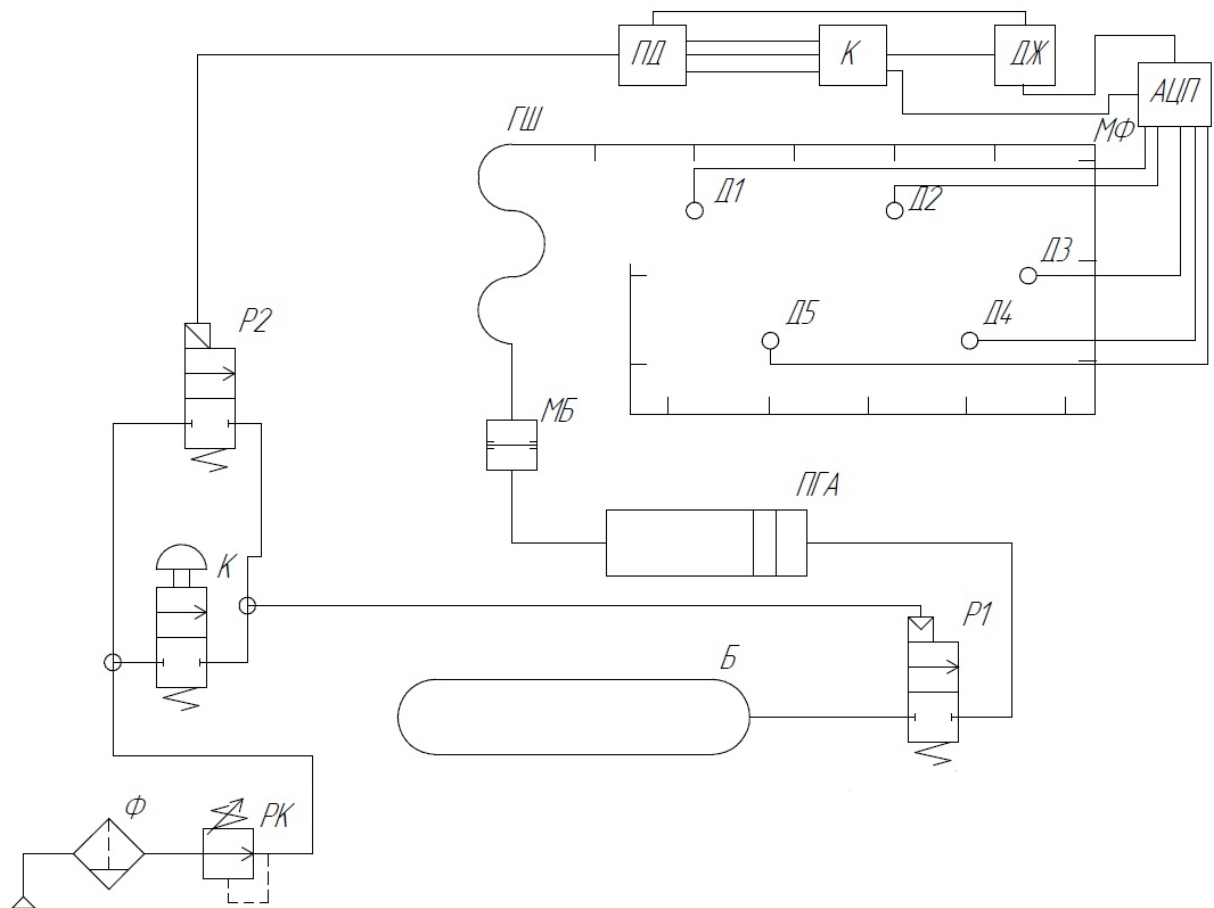


Рис. 2.3 Принципова схема пожежогасіння з цифровим керуванням
 Ф – фільтр вологовідділювач; РК – редукційний клапан; К – пневматична кнопка; Р1 – розподільник; Р2 – розподільник; ПГА – пневмо-гідравлічний апарат; МБ – мембрана; ГШ – гнучкий шланг; МФ – магістраль з піноутворюючими форсунками; Б – ресивер з газом; Д1, Д2, Д3, Д4, Д5 – датчики; АЦП – аналогово-центровий перетворювач; ДЖ – джерело живлення; К – контролер; ПД – підсилювач.

Система (рис.2.3) включає в себе наступні елементи: Ф – фільтр вологовідділювач; РК – редукційний клапан; К – пневматична кнопка; Р1 – розподільник; Р2 – розподільник; ПГА – пневмо-гідравлічний апарат; МБ – мембрана; ГШ – гнучкий шланг; МФ – магістраль з піно-утворюючими форсунками; Б – ресивер з газом; Д1, Д2, Д3, Д4, Д5 – датчики; АЦП – аналогово-центровий перетворювач; ДЖ – джерело живлення; К – контролер; ПД – підсилювач.

Тепер, коли ми знаємо усі компоненти схеми і як вона виглядає, буде доцільно розглянути її принцип роботи.

Якщо датчики Д1, Д2, Д3, Д4, Д5 отримують сигнал про пожежу то вони надсилають його в аналогово-цифровий перетворювач АЦП, де цей сигнал перетворюється з аналогового на цифровий. Джерело живлення ДЖ призначене для живлення АЦП, контролера К і підсилювача ПД. Контролер К зв'язаний з аналогово-цифровим перетворювачем АЦП. Отримуючи слабкі сигнали від контролера К підсилювач ПД робить їх достатньо сильними для перемикавання розподільника Р2. Стиснуте повітря з мережі автобуса проходить через фільтр вологовідділювач Ф і редукційний клапан РК, де тиск цього повітря знижується до 4 бар. Після перемикавання розподільника Р2 повітря проходить до розподільника Р1 і перемикає його. Далі запускається у дію ресивер Б, який наповнений діоксидом вуглецю. Після цього CO_2 подається в пневматичну камеру ПГА, у якій утворюється надлишковий тиск призводячи до дії поршня, який тисне на рідину. Ці дії призводять до утворення надлишкового тиску у вихідній лінії перед мембраною МБ, яка при досягненні 10 бар розривається. Гідравлічна рідина з пневмо-гідравлічного апарату витісняється і через гнучкий шланг ГШ наповнює магістраль з форсунками МФ і через піно-утворюючі форсунки накриває піною моторний відсік витісняючи кисень і усуває пожежу.

При не спрацюванні системи її можна перевести в механічний режим і активувати за допомогою пневматичної кнопки К. При виконанні цієї дії певною особою стиснуте повітря з мережі автобуса проходить через фільтр Ф і

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

редукційний клапан РК. Далі повітря проходячи через кнопку К подається до лінії керування розподільником Р1, який перемикається. Це призводить до дії ресивер Б, який наповнений діоксид вуглецю. Після цього газ подається в пневматичну камеру ПГА, у ній створюється надлишковий тиск, поршень починає тиснути на рідину, що в свою чергу утворює надлишковий тиск у вихідній лінії перед мембраною МБ. При досягненні 10 бар мембрана розривається. Гідравлічна рідина з пневмо-гідравлічного апарату витісняється і через гнучкий шланг ГШ наповнює магістраль з форсунками МФ і через піноутворюючі форсунки рідина потрапляє на місце пожежі – відсік двигуна.

2.2. Розрахунок системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса

2.2.1. Вихідні дані до розрахунку

Розрахункова схема приведена на рис. 2.4.

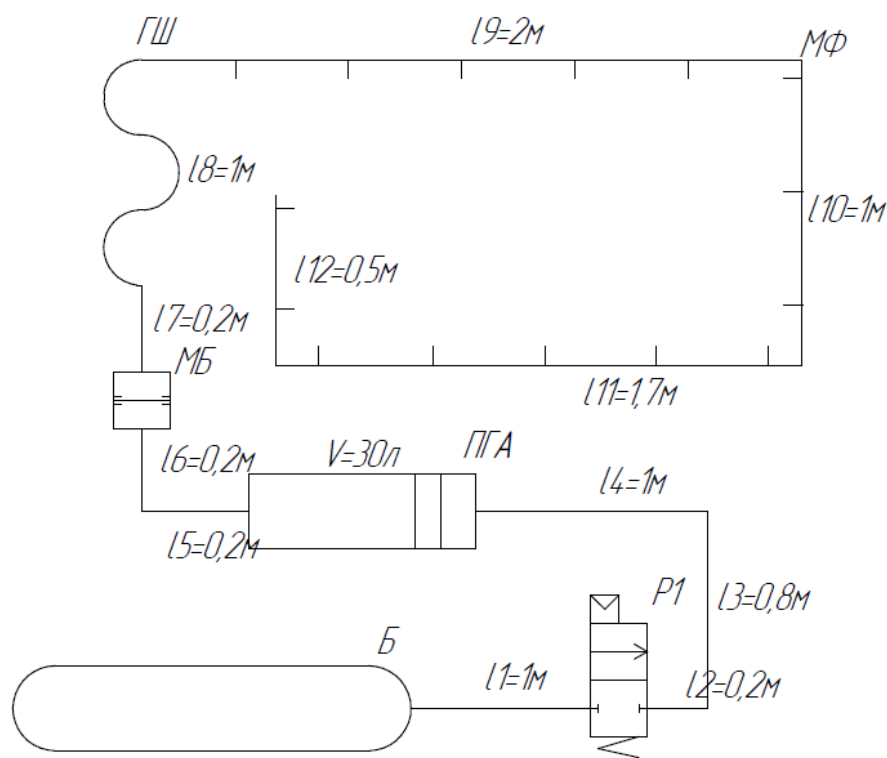


Рис. 2.4 Розрахункова схема

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Використаємо наступні вхідні дані:

- Мінімальний тиск на вході в ПГА з пневматичної частини $p_{\min}=6,5\text{бар}$;
- Довжина пневматичних ліній $l_1=1\text{м}$, $l_2=0,2\text{м}$, $l_3=0,8\text{м}$, $l_4=1\text{м}$;
- Робочий об'єм гідравлічної частини апарату ПГА $V=30\text{л}$;
- Робоча рідина – піноутворювач PYROCOOL AR – PYROCOOL;
- Витрата робочої рідини $Q=1\text{л/с}$;
- Час роботи системи $t=30\text{с}$;

2.2.2. Вибір пневматичних трубопроводів

Умовний прохід приєднувальних отворів рекомендується вибирати за допомогою співвідношення $d_y \approx 0.1 \cdot D$. Такий ж самий умовний прохід мають приєднувальні повітропроводи та встановлені на них елементи пневмоапаратури. Проте, при виборі величини d_y також потрібно врахувати необхідну швидкість приводу та довжину руху поршня.

$$d_y \cong D \sqrt{\frac{s}{w_{\text{сер}} t}},$$

де $w_{\text{сер}} = 17 \text{ м/с}$ це середня швидкість потоку стиснутого повітря.

$$d_y \cong 0,08 \sqrt{\frac{0,5}{17 \cdot 30}} = 0,0025(\text{м}).$$

Знайдене значення d_y приєднувального отвору пневмоциліндру або мембранної камери округляється до найближчого значення по ДЕРЖСТАНДАРТУ 12447-80. Вибираємо $d_y=3\text{мм}$.

Обираємо трубопровід Camozzi TPE 5/3.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

2.2.3. Знаходження пропускної здатності пневмоліній

Пропускна здатність напірної та вихлопної пневмоліній визначається ефективною площею їх прохідних перетинів f_e та $f_{\text{вв}}$, яка є перемноженням коефіцієнта витрати $\mu(\mu_e)$ та дійсної площі прохідного перетину $f(f_e)$:

$$f_e = \mu f;$$

Коефіцієнт витрати $\mu(\mu_e)$ є відношенням дійсної витрати через пневмолінію до ідеальної витрати, яка не враховує жодного з видів витрат. Отже, він враховує гідравлічні витрати, теплообмін з зовнішнім середовищем, стискання струменя на вході в трубопровід та інші фактори, що зменшують дійсну витрату повітря.

Якщо пневмоапарати, що зв'язані трубопроводами, мають однакові умовні проходи з трубопроводом, то для такої пневмолінії при відомих еквівалентних довжинах кожного з пневмоапаратів звичайним додаванням знаходиться повна еквівалентна довжина l_e , за якою розраховується коефіцієнт сумарних витрат ζ :

$$\zeta = \frac{1}{2} \lambda \frac{l_e}{d},$$

де $\lambda = 0.02 \dots 0.03$ – коефіцієнт тертя для повітря, d – діаметр трубопроводу.

$$\zeta = \frac{1}{2} \lambda \frac{l_e}{d} = \frac{1}{2} \cdot 0,025 \cdot \frac{1000}{25} = 0,5 \text{ -трубопровід від бака до розподільника;}$$

$$\zeta = \frac{1}{2} \lambda \frac{l_e}{d} = \frac{1}{2} \cdot 0,025 \cdot \frac{200}{25} = 0,1 \text{ -трубопровід від розподільника до коліна 1;}$$

$$\zeta = \frac{1}{2} \lambda \frac{l_e}{d} = \frac{1}{2} \cdot 0,025 \cdot \frac{800}{25} = 0,4 \text{ -трубопровід від коліна1 до коліна2;}$$

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

$$\zeta = \frac{1}{2} \lambda \frac{l_e}{d} = \frac{1}{2} \cdot 0,025 \cdot \frac{1000}{25} = 0,5 \text{ -трубопровід від коліна 2 до ПГА.}$$

За величиною ζ знаходять величину μ (рис. 2.5), що в даному випадку 0,7, а потім розраховують ефективну площину $f_e = \mu f$, де f – площа перетину трубопроводу:

$$f_{e1} = \mu_1 f = 0,7 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 343,5 \text{ мм}^2$$

$$f_{e2} = \mu_2 f = 0,7 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 343,5 \text{ мм}^2$$

$$f_{e3} = \mu_3 f = 0,7 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 343,5 \text{ мм}^2$$

$$f_{e4} = \mu_4 f = 0,7 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 343,5 \text{ мм}^2$$

Якщо в технічній характеристиці пневмоапарата замість довжини еквівалентного трубопроводу дається коефіцієнт K_v , числове значення якого виражає витрату води в $\text{м}^3/\text{год}$ через пневмоапарат при різниці тисків на його вході та виході 0.098 МПа, тоді для визначення m або f_e використовується залежність:

$$f_{e5} = \frac{K_v}{5 \cdot 10^4} = \frac{3,6}{5 \cdot 10^4} = 72 \text{ мм}^2$$

Визначемо ефективну площу прохідного перетину складної пневмолінії згідно відомих ефективних площин перетину її елементів :

$$\frac{1}{f_e^2} = \frac{1}{f_{e1}^2} + \frac{1}{f_{e2}^2} + \dots + \frac{1}{f_{ei}^2} = \frac{1}{343,5^2} + \frac{1}{343,5^2} + \frac{1}{343,5^2} + \frac{1}{343,5^2} + \frac{1}{72^2} = 0,0003$$

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

$$f_e = 57,7(\text{мм}^2)$$

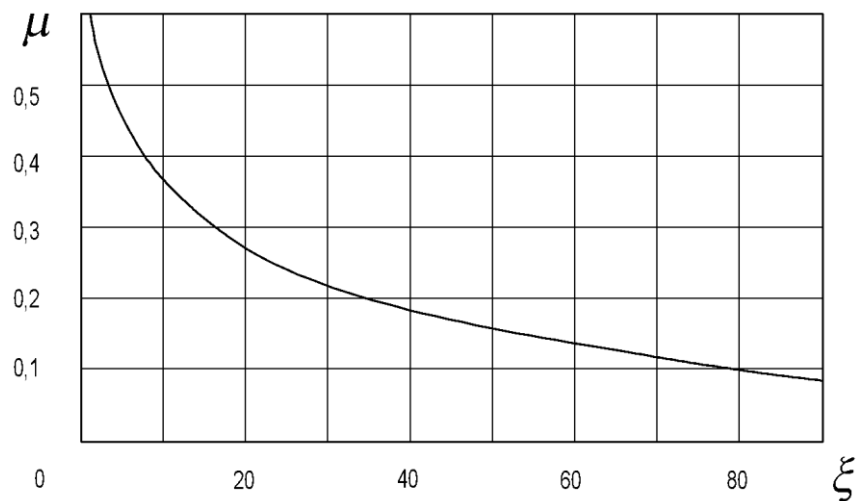


Рис. 2.5 Графік $\mu=\varphi(\zeta)$ для знаходження величини μ . [9]

2.2.4. Врахування об'ємів трубопроводів при динамічному розрахунку.

На кафедрі гідропневмоавтоматики та гідравліки КПІ розроблено метод врахування розподіленого об'єму трубопроводу шляхом його приведення до зосередженого об'єму. Розрахунковий об'єм визначається з простого виразу:

$$V_{pm} = k_v V_T,$$

де V_T – фактичний об'єм трубопроводу $k_v V$ – коефіцієнт приведення розподіленого об'єму до зосередженого.

Коефіцієнт k_v знаходиться по формулі:

$$k_v = \frac{f_e}{f_e'},$$

де f_e – ефективна площа перетину пневмолінії, f_e' -ефективна площа перетину тієї ж пневмолінії, але знайдена з урахуванням половини гідравлічного опору ділянки трубопроводу, для якого визначається розрахунковий об'єм

$$\frac{1}{f_e'^2} = \frac{1}{f_{e1}^2} + \frac{1}{f_{e2}^2} + \dots + \frac{1}{f_{ei}^2}$$

$$f_{e5}' = \frac{K_v}{5 \cdot 10^4} = \frac{3,6}{5 \cdot 10^4} = 72(\text{мм}^2)$$

$$\zeta' = \frac{1}{4} \lambda \frac{l_e}{d} = \frac{1}{4} \cdot 0,025 \cdot \frac{1000}{25} = 0,25 \text{ -трубопровід від бака до розподільника;}$$

Повертаючись до графіка (рис.2.5) беремо $\mu_1'=0,7$

$$\text{Тоді } f_{e1}' = \mu_1' \cdot f = 0,7 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 343,5 \text{мм}^2$$

$$\zeta' = \frac{1}{4} \lambda \frac{l_e}{d} = \frac{1}{4} \cdot 0,025 \cdot \frac{200}{25} = 0,05,$$

Повертаючись до графіка (рис.2.5) беремо $\mu_2'=0,7$

$$\text{Тоді } f_{e2}' = \mu_2' \cdot f = 0,7 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 343,5 \text{мм}^2$$

$$\zeta' = \frac{1}{4} \lambda \frac{l_e}{d} = \frac{1}{4} \cdot 0,025 \cdot \frac{800}{25} = 0,2,$$

Повертаючись до графіка (рис.2.5) беремо $\mu_3'=0,7$

$$\text{Тоді } f_{e3}' = \mu_3' \cdot f = 0,7 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 343,5 \text{мм}^2$$

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

$$\zeta' = \frac{1}{4} \lambda \frac{l_e}{d} = \frac{1}{4} \cdot 0,025 \cdot \frac{1000}{25} = 0,25 \text{ -трубопровід від бака до розподільника;}$$

Повертаючись до графіка (рис.2.5) беремо $\mu_4'=0,7$

$$\text{Тоді } f'_{e4} = \mu_4' f = 0,7 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 343,5 \text{ мм}^2$$

Отже,

$$\frac{1}{f_e^2} = \frac{1}{f_{e1}^2} + \frac{1}{f_{e2}^2} + \dots + \frac{1}{f_{ei}^2} = \frac{1}{343,5^2} + \frac{1}{343,5^2} + \frac{1}{343,5^2} + \frac{1}{343,5^2} + \frac{1}{72^2} = 0,0003$$

$$f_e' = 57,7 \text{ (мм}^2\text{)}$$

Коефіцієнт k_v знаходимо по формулі:

$$k_v = \frac{f_e}{f_e'} = 1$$

Отримали:

$$V_{pm} = k_v V_T = k_v l_T f = \frac{1 * 3000 * \pi * 25^2}{4} = 1471875 \text{ (мм}^3\text{)}$$

2.2.5. Визначення часу підготовчого періоду

Визначимо три складові часу t_p підготовчого періоду. Час t_1 переключення розподільника може бути визначений дослідним чи розрахунковим шляхом. Але для серійної апаратури він приводиться в технічній характеристиці.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

$$t_1 = \frac{1}{4} = 0,25(c)$$

Час t_2 розповсюдження тиску в трубопроводах, що пов'язує порожнини пневмоциліндру з розподільником, визначається згідно формули:

$$t_2 = \frac{l_{T2}}{a}$$

$$t_2 = \frac{1000}{342} = 0,003 \text{ c}$$

де l_{T2} - довжина трубопроводу, a – швидкість звуку в повітрі, що визначається як функція абсолютної температури повітря, котру можна прийняти рівною середній температурі навколишнього середовища $T = 290 \dots 293^\circ K$. Враховуючи однакові довжини трубопроводів ліній підводу та вихлопу, час t_2 достатньо визначити для однієї з них. На практиці, при малих довжинах трубопроводів цим часом нехтують. Для визначення складової t_3 часу підготовчого періоду необхідно розрахувати час двох процесів: наповнення робочої порожнини від атмосферного тиску до тиску руху, при якому поршень починає рухатись з місця, і спорожнення порожнини вихлопу від магістрального тиску до тиску руху в порожнині вихлопу. Якщо знайдені періоди не рівні, тоді за час t_3 приймається більший з них.

Час наповнення робочої порожнини визначається із виразу:

$$t_{\text{нап}} = 3,62 * 10^{-3} * \frac{V_{pmin}}{f_e} [\psi_1(\sigma_p) - \psi_1(\sigma_a)]$$

Необхідні для розрахунку тиски руху визначаються з рівняння рівноваги сил, діючих на поршень на початку руху:

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

$$p_p F - p_{\text{вп}} F_{\text{в}} + P = 0$$

$$p_H F_1 - mg - (P_0 + sc) = 0$$

$$P = 372 \text{ (Н)}$$

Приймаємо $p_a = p_{\text{вп}} = 101325 \text{ Па}$

$$p_p = \frac{F_B p_{\text{вп}} - P}{F} = \frac{0,02916 * 101325 - 372}{0,008038} = 0,3 \text{ (МПа)}$$

Отримуємо:

$$\sigma_p = \frac{p_p}{p_m} = \frac{0,3}{0,65} = 0,46$$

$$\sigma_a = \frac{p_a}{p_m} = \sigma_{\text{ва}} = 0,14$$

$$\sigma_{\text{вп}} = \frac{p_a}{p_{\text{вп}}} = 1$$

Визначимо $\psi_1(\sigma_p)$ та $\psi_1(\sigma_a)$ згідно графіка (рис. 2.6):

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

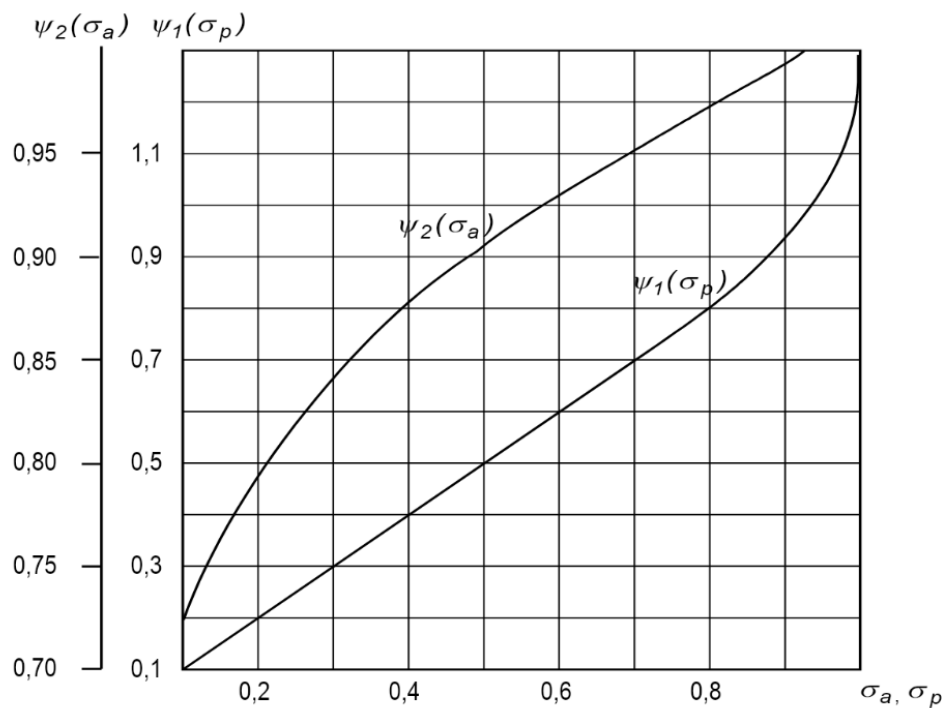


Рис. 2.6. Графік залежності σ_a і σ_p від $\psi_2(\sigma_a)$ і $\psi_1(\sigma_p)$ [9]

$$\psi_1(\sigma_p) = 0,1$$

$$\psi_1(\sigma_a) = 0,4$$

$$\psi_2(\sigma_{vp}) = 1$$

$$\psi_2(\sigma_a) = 0,7$$

$$t_{\text{нап}} = 3,62 * 10^{-3} * \frac{205896 * 10^{-9}}{40,9 * 10^{-6}} [0,1 - 0,4] = 0,005(c)$$

Час спорожнення порожнини вихлопу від початкового в ній тиску $p_{\text{впоч}} = p_m$ до тиску руху $p_{\text{вр}}$ в момент початку руху поршня з місця визначається згідно залежності:

$$t_{оп} = 2,53 * 10^{-3} * \frac{V_{рв}}{f_{ве} * \sigma_a^{\frac{k-1}{2k}}} [\psi_2(\sigma_p) - \psi_2(\sigma_a)]$$

$$t_{оп} = 2,53 * 10^{-3} * \frac{205896 * 10^{-9}}{40,9 * 10^{-6} * 0,14^{\frac{0,4}{2,8}}} [1 - 0,7] = 0,506(с)$$

Отже, беремо $t_3=0,506(с)$ (більше із знайдених значень).

2.2.6. Визначення часу заключного періоду

Час заключного періоду визначається тривалістю тисків в порожнинах пневмоциліндру після зупинки поршня наприкінці руху, тобто тривалістю процесів наповнення і спорожнення робочої і вихлопної порожнин, в яких повинні встановитися стабільні тиски – магістральний в робочій і атмосферний в порожнині вихлопу.

В нашому випадку, із попередніх розрахунків беремо найбільше значення серед $t_{оп}$ та $t_{нап}$, отже $t_{оп} = 0,506(с)$

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

2.2.7. Діаграма роботи пневмоциліндра

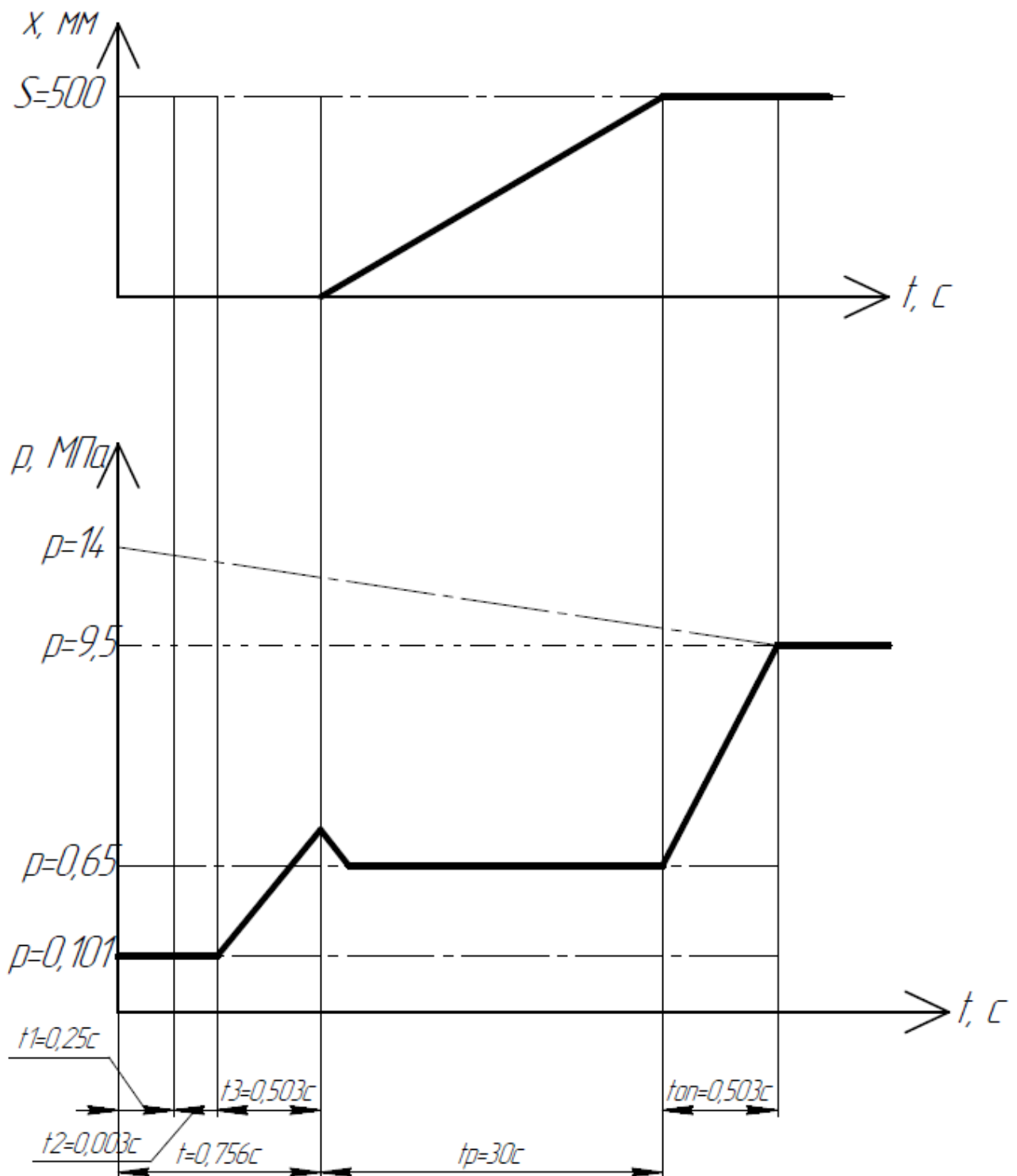


Рис. 2.7 Діаграма роботи пневмоциліндра

2.3. Підбір апаратури

ЕЛЕКТРОКЛАПАН 2/2 NC EPDM 03F 0-16 BAR DN25 KV6,63 (P2)

Характеристики електроклапана приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика електроклапана

Kv	6,63 m ³ /h
P _{max}	16bar
P _{min}	0,15bar
Максимальний тиск на вході	PN 25 bar

На рис. 2.8 показано розподільник.



Рис. 2.8. Електроклапан 2/2 NC EPDM 03F 0-16 BAR DN25 KV6,63[10]

ЕЛЕКТРОКЛАПАН 2/2 NC FKM 04F 0,15-16 BAR DN18 KV5,56

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Характеристики електроклапана приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Характеристика електроклапана

Kv	5,56 m ³ /h
P _{max}	16bar
P _{min}	0,15bar
Максимальний тиск на вході	PN 25 bar

Фільтр-вологівідділювач 1200 л/хв 1/2" SIGMA (7034491)

Характеристики фільтра-вологівідділювача приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Характеристика фільтра-вологівідділювача

Максимально допустимий тиск, бар	15
Робочий тиск, бар	10
Об'єм колби для конденсату, мл	60
Пропускна здатність, л/хв	1200
Перетин фільтра, мкм	20
Маса брутто, кг	0.330 кг

На рис. 2.9 показано фільтр-вологівідділювач.



Рис. 2.9. Фільтр-вологівідділювач[11]

Механічний пневморозподільник M221-S5

Характеристики механічного пневморозподільника приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Характеристика механічного пневморозподільника

Робочий тиск	0-0,8 МПа
Максимальний тиск	1,2 МПа

РЕГУЛЯТОР ТИСКУ G 1/2 ВНУТР., ДО 25 БАР, РЕГУЛЮВАННЯ 0,5-16 БАР

Характеристики регулятора тиску приведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Характеристика регулятора тиску

Витрата	2200л/хв
Діапазон регулювання	0,5-16bar
Тиск максимальний	25bar

ТРІЙНИК ЦАНГОВИЙ Т 50230 З

Характеристики трійника приведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Характеристика трійника

Робочий тиск	-0,99 до +20bar
Шланг	3 мм

Балон з CO₂

Характеристики балону приведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Характеристика балона

Об'єм	30л
Тиск	140бар

РОЗДІЛ 3. Маршрутна технологія виготовлення поршня

3.1. Опис деталі, яка буде виготовлятися

Оберімо деталь , яка представляє собою поршень(рис. 3.1, 3.2) для пневмо-гідравлічного апарату, для налагодження процесу його виготовлення.

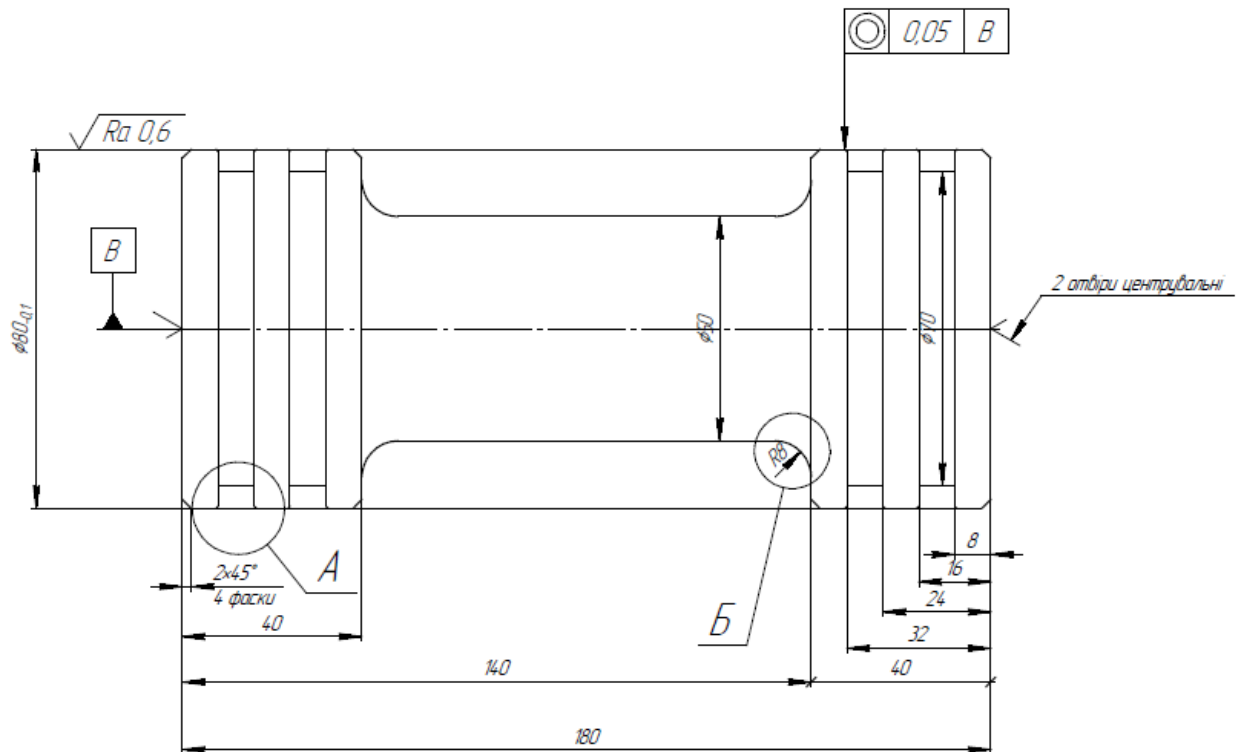


Рис. 3.1. Креслення поршня

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

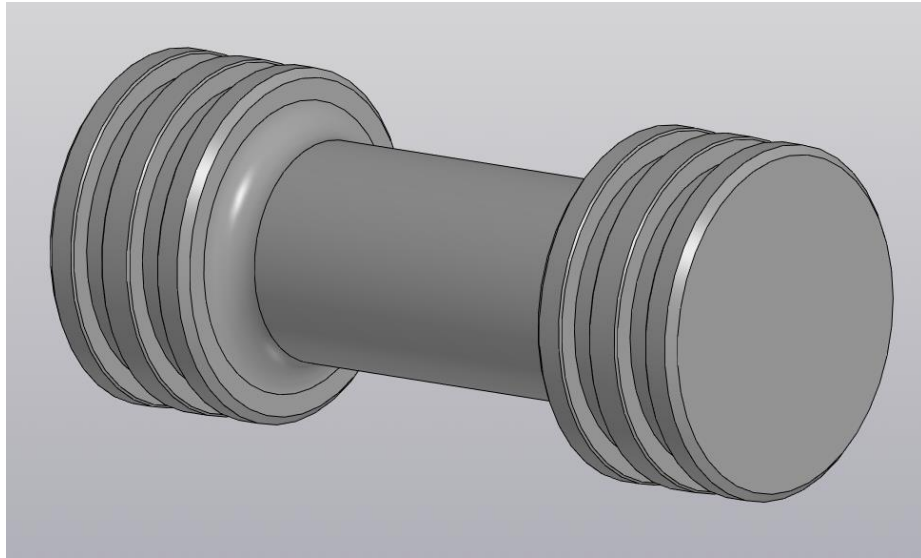


Рис. 3.2. 3d креслення поршня

3.2. Вибір матеріалу, розрахунок кількості та вартості заготовок

Як ми можемо побачити з креслення поршня (рис. 3.1) його габаритні розміри дорівнюють 180мм і діаметру 80мм.

З сайту металобаз вибираємо круг нержавіючої сталі 12Х18Н10Т, який має діаметр 80мм і довжиною 6м.

В одному крузі вміщається 33 заготовки. Необхідно виготовити 500 заготовок.

Розрахуємо необхідну кількість кругів:

$$X * 33 = 500$$

$$X = 500/33 = 15,2$$

Отже, виходячи з розрахунків нам потрібно 16 кругів довжиною 6м.

Вага одного метра круга дорівнює 39.456 кг, отже круг довжиною 6 метрів матиме вагу:

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$$6 * 39,456 = 236,736 \text{ кг}$$

Маса усіх 16 кругів буде дорівнювати:

$$16 * 236,736 = 3\,787,776 \text{ кг}$$

Ціна за кілограм круга нержавіючої сталі 12Х18Н10Т дорівнює 166грн.

Отже, сумарна вартість буде дорівнювати:

$$166 * 3\,787,776 = 628\,770,816 \text{ грн}$$

3.3. Розробка маршрутного технологічного процесу

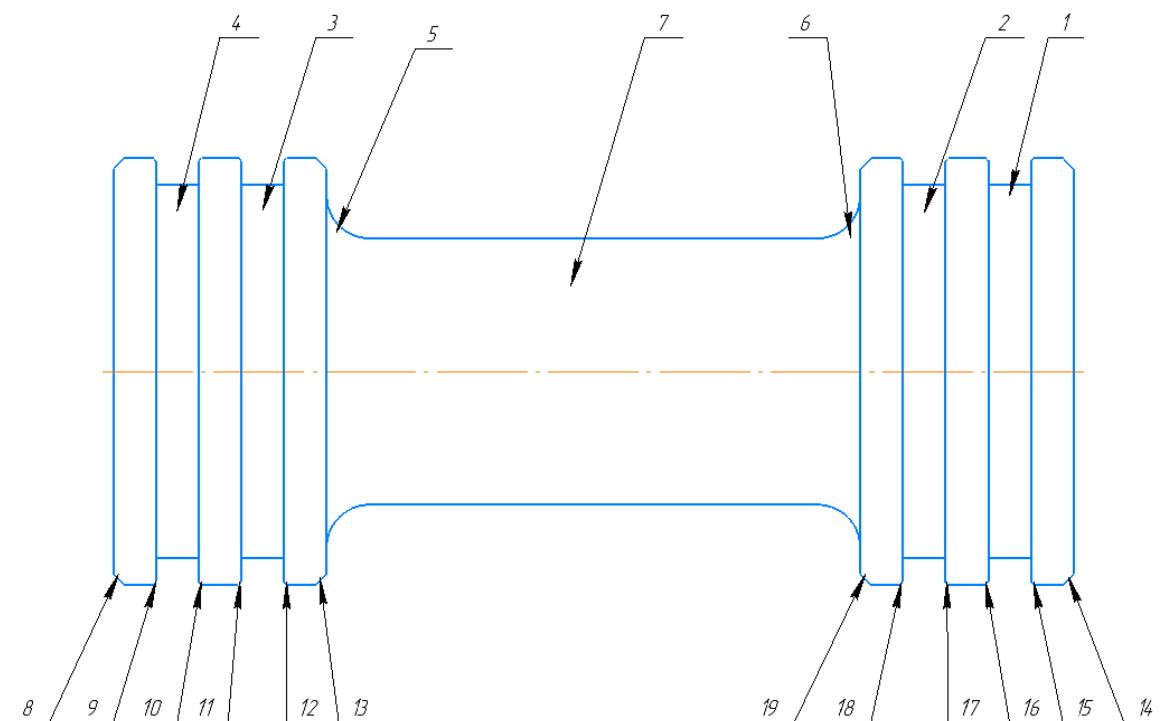


Рис. 4.3. Нумерування поверхонь

1. Різцем обробляють поверхні 1, 2, 3, 4;
2. Виточування галтелей 5 і 6;

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк. 56
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

3. Різцем виточується поверхня 7;

4. Виконання фасок 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, і 19.

Поміщаємо заготовку у токарний верстак і закріплюємо її.

Для виконання першої операції по обробці поверхонь 1, 2, 3, 4 обираємо різець відрізний 20х12х120 ВК8 (ЧІЗ) 2130-0005.

Перша операція полягає у тому щоб зробити 4 заглиблення діаметром 70мм (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Перша операція

Друга операція – це виточування галтелей радіусом 8мм (рис. 3.5).

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

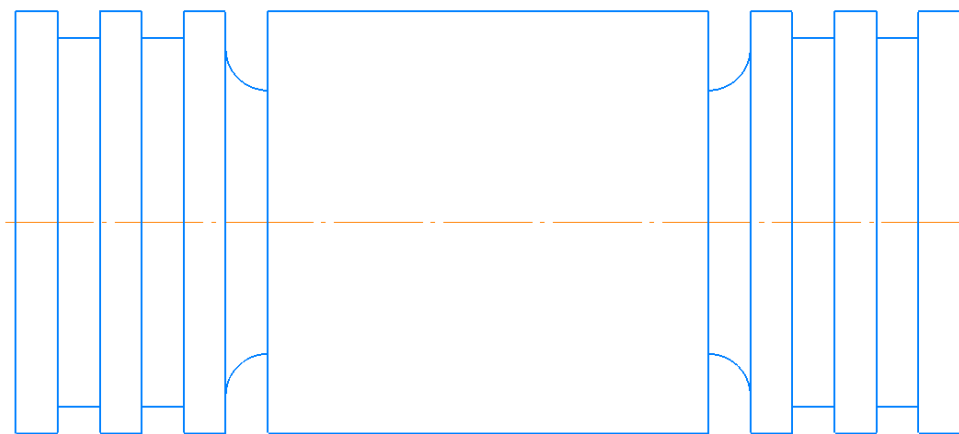


Рис. 3.5. Друга операція

Третя операція полягає в тому щоб різцем відрізним 20x12x120 ВК8 (ЧІЗ) 2130-0005 зробити заглиблення діаметром 50мм (рис. 3.6).

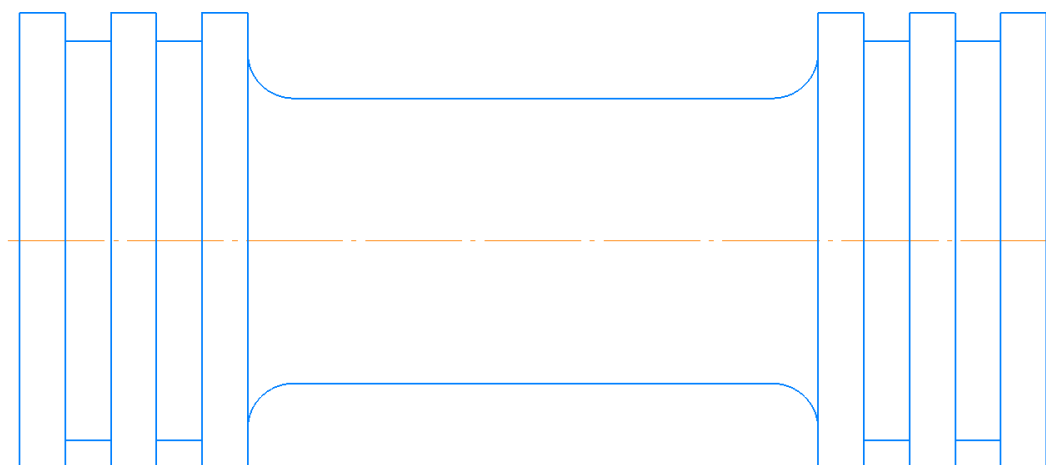


Рис. 3.6 Третя операція

І остання операція – це виточування фасок (рис. 3.7). Використаємо різець підрізний відігнутий 20x12x125 ВК8 (ЧІЗ) 2112-0003.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

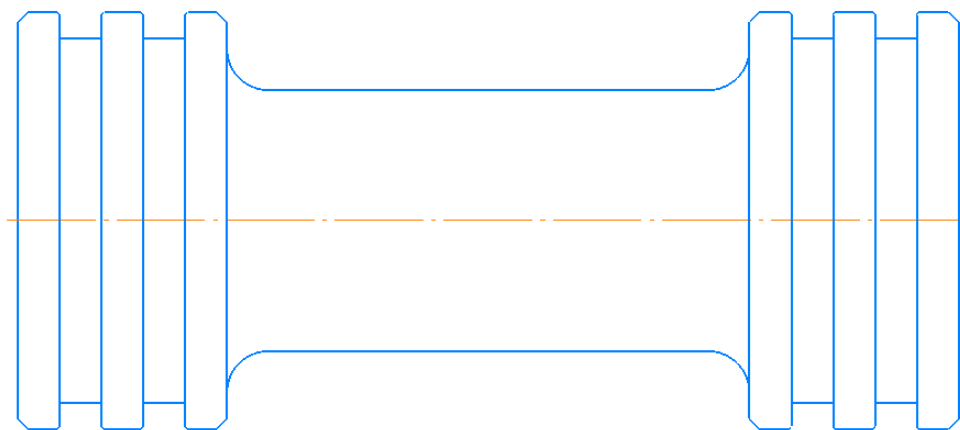


Рис. 3.7. Четверта операція

3.4. Розрахунок вартості інструментів

Обрані інструменти та їх вартість описані у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Обрані інструменти

Артикул	Назва	Розміри	Ціна
ВК8 (ЧІЗ) 2130-0005	Різець відрізний	20x12x120	66грн
ВК8 (ЧІЗ) 2112-0003	Різець підрізний відігнутий	20x12x125	71грн

3.5. Висновок

У розділі маршрутна технологія виготовлення поршня було розроблена технологія виготовлення поршня. Також було розраховано приблизну вартість заготовок, підібрано інструменти та розраховано їх приблизну вартість.

РОЗДІЛ 4. Охорона праці

Тема дипломної роботи – «Модернізація системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса». У розділі «Охорона праці» проводиться аналіз небезпечних та шкідливих факторів на робочому місці, які можуть вплинути на людину, при виконанні дипломної роботи. Через дію воєнного стану в країні уся робота пов'язана з дипломним проєктом проводиться за ноутбуком у власній кімнаті квартири. Будуть розглянуті такі питання як мікроклімат, пожежна безпека, освітлення та електробезпека у даному розділі.

4.1. Мікроклімат

Під час виконання дипломного проєкту постійним робочим місцем була кімната в квартирі(рис.4.1).

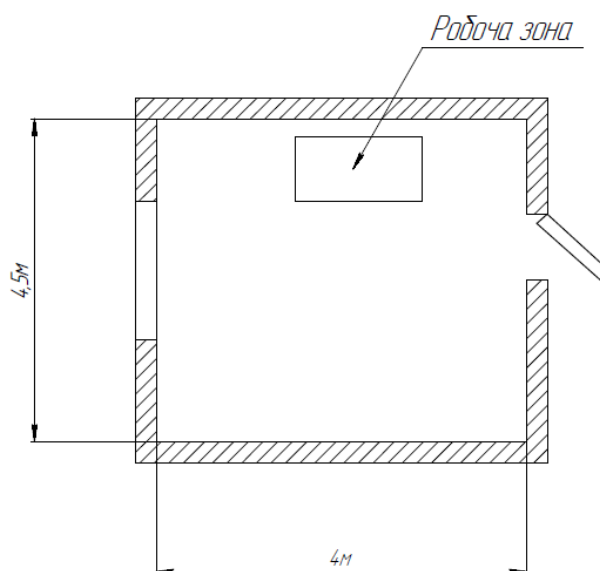


Рис. 4.1 План приміщення

Характеристики кімнати:

- Висота $h = 2,5\text{м}$;

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- Ширина $b = 4,5$ м;
- Довжина $a = 4$ м.

Маючи ці дані можна визначити площу та об'єм:

$$S = a \cdot b = 4 \cdot 4,5 = 18\text{м}^2;$$

$$V = a \cdot b \cdot h = 3 \cdot 3,5 \cdot 2,5 = 45\text{м}^3;$$

У таблиці 4.1 наведене порівняння фактичних даних з нормативними даними з врахуванням проживання в кімнаті однієї особи стаття 47 житлового кодексу України.

Таблиця 4.1

Характеристики приміщень

Характеристика	Мінімальне значення	Фактичне значення
Житлова площа на одну особу, м ²	13,65	18
Об'єм житлового приміщення на одну особу, м ³	34,2	45
Ширина прозору дверей, м	0,8	0,8
Розмір вікна, м ²	0,9	1,8

Порівнюються показники мікроклімату в робочій зоні з оптимальними значеннями, які повинні бути для комфортних умов. Враховуючи ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», можна визначити роботу над дипломним проектом, як легку фізичну – категорія Ia, тобто витрата енергії дорівнює 105-140 Вт (90-120 ккал/год), робота, яка виконується сидячи та не потребує значного фізичного напруження.

У таблиці 4.2 наведені параметри мікроклімату.

Характеристики мікроклімату у приміщенні

Категорія Іа, теплий період року	Допустиме значення	Дійсне значення	Відповідність
Температура повітря, °С	22-24	23	Відповідає
Відносна вологість, %	40-60	52	Відповідає
Швидкість руху повітря, м/с	Не більше 0,1	0,05	Відповідає

На основі розглянутих даних можна підсумувати, що характеристики мікроклімату у приміщенні відповідають усім вимогам.

4.2. Освітлення

Надзвичайно важливий фактор – це освітлення кімнати і зокрема робочої зони. Якщо воно є некоректним, нерівномірним то це може привести до стомлення очей, що в свою чергу знижує продуктивність праці і підвищує ризик помилок.

Кожне приміщення в якому постійно знаходяться люди повинне мати природне освітлення. Звісно воно має ряд недоліків таких як нерівномірне розподілення по площі, непостійність, залежність від часу доби і пори року.

Не зважаючи на природне освітлення, кожне побутове та виробниче приміщення повинно бути обладнане штучним освітленням, яке буде покривати недостатність природнього освітлення або його відсутність у темну пору доби. Звісно для штучного освітлення є ряд вимог аби досягнути максимально комфортних умов для зорової діяльності.

Для того аби з'ясувати відповідність освітлення приміщення нам потрібні нормативні значення штучного освітлювання робочої зони ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».[13]

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Індекс приміщення:

$$i = \frac{a + b}{h_c(a + b)} = \frac{3 + 3,5}{2,4(3 + 3,5)} = 0,42$$

де a – довжина, b – ширина приміщення, h_c – висота підвісу світильника.

Тепер з'ясуємо коефіцієнт використання світлового потоку η , беручи до уваги індекс приміщення (i), коефіцієнт відбиття стін, стелі та підлоги ($\rho_{ст}$, $\rho_{сл}$, $\rho_{п}$), визначимо фактичне значення освітленості приміщення E_{ϕ} :

$$E_{\phi} = \frac{F \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k \cdot z} = \frac{1500 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,35}{10,5 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 181,8$$

де N – кількість світильників, n – кількість ламп у світильнику, η – коефіцієнт використання світлового потоку, S – площа кімнати, k – коефіцієнт запасу, z – коефіцієнт нерівностей.

Тепер порівняймо фактичне і нормативне значення:

$$\frac{E_n - E_{\phi}}{E_n} * 100\% = \frac{200 - 181,8}{200} * 100\% = 9,1\%$$

Дане відхилення повинне знаходитись в межах $\pm 10\%$, у нас воно $9,1\%$, що відповідає нормам.

На основі розрахунків можна зробити висновок, що використовуване освітлення відповідає вимогам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».[13]

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

4.3. Пожежна безпека

У цьому підпункті буде розглянуто особливості пожежонебезпеки житлових будинків та проаналізовано можливості уникнення небезпеки вогню, а також розглянемо рекомендації по пожежній безпеці у житлових приміщеннях.

У таких документах прописані норми протипожежного захисту у житлових приміщеннях:

- ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».[14]
- НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».[15]
- ДБН В.1.1.7-2016 «Протипожежні норми проєктування будівель та споруд».[16]

До особливостей пожежобезпеки у житлових будинках можна віднести:

- Відсутність необхідної пожежної спецтехніки для евакуації людей;
- Перекриття доріг, проїздів та проходів до будівель, споруд, пожежних вододжерел, підступів до зовнішніх стаціонарних пожежних драбин, пожежного інвентарю, обладнання та засобів пожежогасіння внаслідок припаркованих автомобілів;
- Швидке поширення диму вентиляційними каналами та зовнішніми частинами будівель, такими як сходові клітини та ліфтові шахти.

Основні заходи та правила пожежної безпеки при використанні електричних і нагрівальних побутових приладів включають:

- Встановлювати нагрівальні прилади лише на негорючі підставки;
- Важливо періодично перевіряти контакти між проводами приладів та вилкою на їх надійність і щільність;
- Забороняється одночасне підключення декількох приладів до однієї розетки;
- Протипожежні системи і установки, такі як протидимовий захист, протипожежне водопостачання, протипожежні двері, клапани тощо,

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

повинні постійно знаходитися в робочому стані та регулярно перевірятися на наявність дефектів;

- Забороняється самостійно замінювати перегорілі запобіжники в телевізорах, приймачах та інших побутових приладах на саморобні або плавкі запобіжники;
- Не залишати увімкнені прилади без нагляду.

Для забезпечення ефективного захисту та профілактики пожежам у квартирі встановлена сигналізацією «EARYKONG SMOKE SENSOR.TUYA» та вогнегасником «Вогнегасник вуглекислотний ВВК-1,4 (ОУ 2)», одна штука. Це все відповідає нормам ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»[17].

4.4. Електробезпека

Електробезпека включає в себе комплекс заходів і засобів, організаційних та технічних, які призначені для захисту людей від небезпек, пов'язаних з електричним струмом, електромагнітним полем, електричною дугою та статичною електрикою.

Електробезпека електронно-обчислювальної техніки повинна відповідати вимогам стандарту НПАОП 40.1-1.01-97 "Правила безпечної експлуатації електроустановок".[18]

Це означає, що електронно-обчислювальна техніка, обладнання, електропроводи та кабелі повинні мати вбудовану апаратуру захисту від струмів короткого замикання та інших аварійних режимів, а також відповідати вимогам класу зони. При монтажі та експлуатації ліній електромережі необхідно запобігати появі електричного джерела загоряння внаслідок перевантаження проводів та короткого замикання. Для цього рекомендується зменшувати використання проводів з легкозаймистою ізоляцією і, якщо це можливо, застосовувати лише негорючу ізоляцію.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Електронно-обчислювальні машини не повинні бути підключені до звичайних двопровідних електромереж, оскільки це не забезпечує належного рівня електробезпеки. Для безпечного підключення електронно-обчислювальних машин необхідно використовувати окрему групову трипровідну мережу, як описано вимогами стандарту.

Також не рекомендується підключати електронно-обчислювальні машини через перехідні пристрої. Це може створити додаткові ризики електробезпеки та порушити належне заземлення та ізоляцію системи.

Важливо дотримуватись вимог стандартів і правил електробезпеки при підключенні та експлуатації електронно-обчислювальної техніки, щоб забезпечити безпеку користувачів та запобігти можливим аваріям.

При організації робочих місць для операторів, електромережу штепсельних розеток для живлення електронно-обчислювальної техніки рекомендується прокладати у каналах або під знімною підлогою в гнучких металевих рукавах або трубах. Важливо дотримуватись вимог щодо використання відповідних матеріалів для ізоляції проводів і кабелів. Забороняється використовувати провід та кабель в ізоляції з вулканізованої гуми або інших матеріалів, що містять сірку. Це пов'язано з питаннями електробезпеки та запобіганням пожеж.

Відкрита прокладка кабелів під підлогою заборонена, оскільки це може створити ризик пошкодження кабелів, створення небезпеки для операторів та призвести до аварій. Якщо використовуються металеві труби або гнучкі металеві рукави для прокладки, вони повинні бути заземлені відповідно до вимог стандарту ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів"[19]. Заземлення необхідно забезпечити для забезпечення електробезпеки та зменшення ризику виникнення струму короткого замикання.

Заборонено такі дії:

- використання електроапаратури та приладів в умовах, які не відповідають рекомендаціям виробників підприємств;

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- використання кабелів і проводів з пошкодженою ізоляцією;
- обгортання електроламп і світильників горючими матеріалами, такими як папір або тканина, та експлуатація їх без ковпаків (розсіювачів);
- залишення під напругою кабелів та проводів з незаізованими провідниками;
- використання пошкоджених розеток та вимикачів;
- підвішування світильників безпосередньо на електричних проводах;
- використання саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам щодо переносних електропроводок;

4.5. Висновок

Під час дослідження з охорони праці було проведено аналіз робочого приміщення, яке було використано для проєктування дипломної роботи. Дане приміщення – це житлова кімната в квартирі. Метою аналізу було встановлення рівня електробезпеки та пожежної безпеки, а також визначення заходів для запобігання ураженням струмом та виникненню пожежі. Також було проведено оцінку мікроклімату та освітлення на робочому місці.

На основі розрахунків і досліджень було зроблено висновок, що робоче приміщення, використане для проєктування дипломної роботи, повністю відповідає вимогам нормативних документів щодо електробезпеки, пожежної безпеки, мікроклімату та освітлення.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Дипломний проєкт присвячений модернізації системи пожежогасіння відсіку двигуна автобуса з метою забезпечення безпеки пасажирів. Розкрито суть найбільшої небезпеки автобусів і запропоновані варіанти вирішення цієї проблеми. У роботі розглянуті і проаналізовані існуючі системи пожежогасіння, такі як інерційна, пневматична, електрична та пневмо-гідравлічна. Проведений аналіз дозволив обрати раціональне рішення по локалізації небезпеки пожежі у відсіку двигуна.

Розроблено схемні рішення варіантів систем пожежогасіння відсіку двигуна та побудовано принципові схеми. Проведений аналіз дозволив обрати систему пожежогасіння на основі пневмогідравлічних та електро- пневмогідравлічних компонентах. Сформульовано вихідні дані та необхідні характеристики системи. Проведені розрахунки пневматичної та гідравлічної частин системи, що показали ефективність роботи і забезпечення потрібних споживчих якостей та характеристик. Здійснено підбір апаратури для запропонованих варіантів систем пожежогасіння.

Розроблено маршрутну технологічну карту виготовлення деталі, а саме поршня пневмогідравлічного апарату, що забезпечує зарахунок енергії стиснутого газу витіснення рідини, яка через піноутворюючі форсунки забезпечує наповнення відсіку двигуна на близького простору піною для гасіння пожеж.

Проаналізовано умови праці, зокрема їх перевірка на відповідність нормам. На основі виконаної роботи можна зробити висновок, що поставлені задачі були реалізовані.

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк. 68
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Bus | UITP. UITP. [Електронний ресурс] / – Режим доступу до ресурсу: <https://www.uitp.org/topics/bus/> .
2. The importance of fire suppression systems in buses and coaches. Automatic Fire Suppression Systems [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.reactonfire.com/news/the-importance-of-fire-suppression-systems-in-buses-and-coaches> .
3. UNECE R107 Approved [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://blazecut.com/r107/> .
4. Testing active fire protection systems for engine compartments in buses and coaches - a pilot study [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962611/FULLTEXT01.pdf> .
5. detexline 4MC - система пожежогасіння для кар'єрної та будівельної техніки [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.protecfire.de/detexline4mc/> .
6. Bus Fire Suppression System UNECE R107 Approved [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://blazecut.com/wp-content/uploads/2021/04/FCR107-2101-Bus-Fire-Suppression.pdf> .
7. DAFO Forrex Vehicle Fire Suppression [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.blazequel.com/wp-content/uploads/2017/07/Blazequel-DAFO-Forrex-Brochure.pdf> .
8. Off-Highway Trucks Automatic Fire Suppression Systems [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.chinafiresafety.com/automatic-fire-suppression-systems/off-highway-trucks-automatic-fire-suppression.html> .
9. Методичні вказівки до курсового проєкту за курсом “ОБ’ЄМНИЙ ПНЕВМОПРИВОД” для студентів, що навчаються за фахом “ТІДРАВЛІЧНІ ТА ПНЕВМАТИЧНІ МАШИНИ”

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- 10.ЕЛЕКТРОКЛАПАН 2/2 NC G1 NBR 03F 0-16 BAR DN25 KV6,63
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://pneumatyka.com.ua/product-groups/zawory-elektromagnetyczne-mosieczne-22-otworzzamknij/> .
- 11.Фільтр-вологовідділювач [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sigma.ua/buy/filtr-vlagootdelitel-1200l-min-sigma-7034491/> .
- 12.ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
[https://dnaop.com/html/34094/doc-ДСН 3.3.6.042-99](https://dnaop.com/html/34094/doc-ДСН_3.3.6.042-99) .
- 13.ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] –
Режим доступу до ресурсу:
https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188 .
- 14.ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків,
установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Електронний
ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759 .
- 15.НАПБ А.01.001-2014 Про затвердження Правил пожежної безпеки в
Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://dbn.co.ua/load/normativy/napb_a_01_001_2014_pro_zatverdzhennja_p_ravil_pozhezhnoji_bezpeki_v_ukrajini/21-1-0-1820 .
- 16.ДБН В.1.1.7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва [Електронний
ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-88> .
- 17.ДБН В.2.5-56-2014 Системи протипожежного захисту [Електронний
ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_56_2014_sistemi_protipozhezhnogo_zakhistu/1-1-0-1204 .

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк. 70
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

18.НПАОП 40.1-1.01-97. Правила безпечної експлуатації електроустановок
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
[https://dnaop.com/html/1691/doc-НПАОП 40.1-1.01-97 .\](https://dnaop.com/html/1691/doc-НПАОП_40.1-1.01-97_)

19.ДНАОП 0.00–1.21–98. Правила безпечної експлуатації електроустановок
споживачів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
[https://dnaop.com/html/33105/doc-ДНАОП 0.00–1.21–98](https://dnaop.com/html/33105/doc-ДНАОП_0.00–1.21–98) .

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Формат		Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Документація		
A1				ДПМА91.005.000.000 СК	Складальне креслення		
					Складові одиниці		
A1		1		ДПМА91.005.001.000 СК	Гільза	1	
A3		2		ДПМА91.005.002.000 СК	Кріпильна пластина	1	
					Деталі		
		3		ДПМА91.005.001.002	Гільза	1	
A3		4		ДПМА91.005.001.001	Кільце кріплення кришки	2	
A3		5		ДПМА91.005.000.002	Кришка	2	
		6		ДПМА91.005.002.001	Пластина	2	
A3		7		ДПМА91.005.000.001	Поршень	1	
		8		ДПМА91.005.002.002	Розпарна пластина	2	
					Стандартні вироби		
		9			Болт з шестигранною голівкою М8х55		
					ДСТУ ISO 4016:2007	8	
		10			Гайка М8-6Н ДСТУ ISO 4034:2003	8	
		11			Кільце гумове ущільнююче	4	
		12			Кільце гумове ущільнююче 74х3		
					ДСТУ 18829:2019	2	
		13			Прокладка гумова	1	
		14			Шайба гровера М8 ГОСТ 6402-70	8	
		15			Шайба С 8.37 ГОСТ 10450-78	8	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк. 72
-----	------	----------	--------	------	---------------------------	------------

ДОДАТОК Б

[illegible]

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК В

[illegible]

					ДПМА91.005.000.000.000 ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		