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

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

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

"17" 06 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальності **131 Прикладна механіка**
(код і назва)

на тему: Система автоматичного підтримання тиску в шинах транспортних засобів.

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-51
(шифр групи)

Матвієнко Тетяна Геннадіївна
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник Узунов О.В., д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

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

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

Рецензент д.ф.-м.н., проф. Шевченко О.Б.
(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 – 2019 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
Завідувач кафедри
(підпис) О.Ф. Луговський
(прізвище ініціали)
"17" 06 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту

Матвієнко Тетяні Геннадіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту система автоматичного підтримання тиску в шинах транспортних засобів.

керівник проекту Узунов Олександр Васильович, д.т.н., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджена наказом по університету від " 22 " травня 2019 року № 1326-с

2. Термін подання студентом проекту 5.06.19.

3. Вихідні дані до проекту розрахувати систему автоматичного підтримання тиску в шинах. Забезпечити можливість налаштування системи на тиск в діапазоні від 3 бар до 5 бар. Діапазон можливих варіантів об'ємів камер 0,05 м³ до 0,1 м³.

4.Зміст пояснювальної записки Розділ 1: Огляд відомих технічних рішень; розділ 2: Розробка системи автоматичного підтримання тиску в шинах транспортних засобів; розділ 3: Розрахунки основних параметрів пневмосистеми керування; Розділ 4: Технологія машинобудування; розділ 5: Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)
Перший лист - розгляд існуючих проблем, другий - принципова схема, третій - складальне креслення клапана, пересічний - циклограма, п'ятий - розрахунки

в графічах, пояснювальна записка, складальне креслення, деталювання.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	к.т.н., асист. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Корєньков В.М.		07.06.19

7. Дата видачі завдання 25.04.19.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Огляд відомих технічних рішень системи підтримання тиску в шинах транспортних засобів.	25.04.19	
2.	Розробка системи автоматичного підтримання тиску в шинах транспортних засобів.	30.04.19	
3.	Розрахунки часу наповнення, створення напор	4.05.19	
4.	Розробити основних параметрів клапана керув.	5.05.19	
5.	Технологічна частина	6.05.19	
6.	Охорона праці.	7.05.19	
7.	Компоновка вузлів	12.05.19	
8.	Перший лист: огляд відомих рішень	15.05.19	
9.	Кінематична пневматична схема.	16.05.19	
10.	Принципова пневматична схема.	18.05.19.	
11.	Розрахунки представлені в графічах.	20.05.19.	
12.	Складальне креслення клапана керування	25.05.19	
13.	Деталювання клапана керування.	3.06.19	

Студент _____ (підпис) Матвієнко М.Т. (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ (підпис) Узунов О.В. (прізвище та ініціали)

Анотація

На сьогоднішній день сфера транспорту є невід'ємною частиною життя суспільства. Шини відіграють важливу роль в експлуатації транспортного засобу. Але в процесі експлуатації транспортного засобу тиск в його шинах поступово змінюється під дією різних причин, або за певних обставин його треба підвищити, або знизити. В наслідок цього розроблено принципову схему системи автоматичного підтримання заданого тиску в шинах. Проведено розрахунки часу наповнення камер шин та розрахунки часу компенсації тиску в шині в разі проколу різної площі. Удосконалено конструкцію клапана керування тиском в шині. Результати можуть бути використані при розробці автоматичних систем.

Summary

To date, the sphere of transport is an integral part of society. Tires play an important role in the vehicle operation. But during the operation of the vehicle pressure in its tires is gradually changing under the influence of various reasons, or under certain circumstances it is necessary to increase or decrease it. As a result, the schematic diagram of the automatic maintenance of the given pressure in tires has been developed. The time calculations of filling the tire chambers and the time calculations of pressure compensation in the tire in the case of a puncture of different areas are made. The design of the tire pressure control valve has been improved. Results can be used for the development of automated systems.

Пояснювальна записка
до дипломного проекту

на тему: Система автоматичного підтримання тиску в шинах транспортних засобів.

Київ – 2019 року

ЗМІСТ

	ВСТУП	9
	РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ВІДОМИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ПІДТРИМАННЯ ТИСКУ В ШИНАХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.	12
1.1	Вплив тиску в шинах на технічні характеристики транспортного засобу.	13
1.2	Системи підтримання тиску в шинах літаків АН-72	21
1.2.1	Загальні відомості.	21
1.2.2	Опис системи.	22
1.2.3	Принцип роботи системи.	27
1.3	Системи підтримання тиску в шинах автомобілів «КамАЗ».	29
1.4	Мета та задачі.	38
	РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ПІДТРИМАННЯ ТИСКУ В ШИНАХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.	39
2.1	Розробка та обґрунтування принципових схем.	39
2.1.1	Для літаків АН-72.	39
2.1.2	Для автомобілів.	46
2.1.3	Аналіз принципових схем для динамічних розрахунків.	48
2.2	Розрахунки системи.	49
2.2.1	Розрахунки часу наповнення шини повітрям до заданої величини тиску.	49
2.2.2	Розрахунок часу компенсації втрати тиску в шині.	64
	РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КЛАПАНА КЕРУВАННЯ.	78

	РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ.	86
4.1	Технологічний контроль якості кресленика.	86
4.2	Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі.	87
4.3	Вибір заготовки.	88
4.4	Підбір обладнання для обробки деталі.	89
4.5	Проектування змісту технологічних операцій	91
	РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.	97
5.1	Загальна характеристика мікроклімату робочої зони під час роботи над дипломною роботою.	97
5.2	Освітлення робочого приміщення	98
5.3	Електробезпека.	101
5.4	Пожежна безпека.	102
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	105

ВСТУП

На сьогоднішній день сфера транспорту є невід'ємною частиною життя суспільства. Зі збільшенням потреб людей, розвивається техніка і модернізуються вже існуючі системи. Галузь транспорту постійно підлягає вдосконаленню, це обумовлено бажанням оптимізувати роботу певних вузлів системи, або покращити комфорт експлуатації транспорту, або додати нові можливості.

Шини в відіграють важливу роль в експлуатації транспортного засобу. Але в процесі експлуатації автомобіля тиск в його шинах поступово змінюється під дією різних причин. Величина тиску повітря в шинах автомобільного транспорту є одним з головних параметрів безпечної і правильної експлуатації автомобільної шини і самого автомобіля. Тому контроль за станом тиску в шинах транспортного засобу стає одним з важливих питань в сфері автомобілебудування [4].

Існує ряд проблем пов'язаних з тиском в шинах. Поверхні, по яких рухаються колісні транспортні засоби , є дуже різноманітними , що призводить до збільшення чи зменшення сили опору руху колісного транспортного засобу. Ця проблема найбільш гостро стоїть перед військовими колісними транспортними засобами, оскільки на колісних базах змонтовано значну частину озброєння і техніки. Системи контролю та регулювання тиску повітря в шинах посідають важливе місце серед перспективних новітніх технологій , адже зміна тиску повітря в шинах змінює площу контакту шини з опорною поверхнею і значно впливає на прохідність колісного транспортного засобу, а це, в свою чергу, підвищує їх маневреність та довговічність [1].

Питанню управління тиском повітря в шинах автомобілебудування впритул зайнялося після Другої світової війни. Головним чином все дослідження в цьому напрямку і конструкторські рішення ставилися до військової автомобільної техніки підвищеної прохідності. Досліди

показують, що для кожного розміру шини є певне значення тиску повітря, що забезпечує мінімальний опір руху. Також досліди показали, що для кожного типу транспортного засобу при русі по різним видам дорожніх покриттів необхідно застосовувати певний оптимальний тиск повітря в шинах [4].

З початку 80-х років XX сторіччя відновилася зацікавленість до необхідності регулювання та моніторингу тиску повітря в шинах під час руху не тільки для покращення показників прохідності колісного транспортного засобу, а й з міркувань безпеки, економії палива, продовження ресурсу служби шин і підвіски [2]. На зміну тиску повітря в шинах впливає безліч факторів - як зовнішніх, так і внутрішніх. Ці фактори можуть змінюватися за відносно малі проміжки часу і не залежать від діяльності людини. Вплинути на зміну цих факторів не представляється можливим. Зміна тиску повітря в шинах впливає на зміну зони контакту шини з опорною поверхнею і на коефіцієнт опору коченню. Було встановлено, що зміна тиску на кожні 0,15 кгс / см2 в діапазоні тисків повітря 1,7 ... 2,2 кгс / см2 призводить до відповідної зміни опору коченню на 5%. Зміна в бік збільшення коефіцієнта опору коченню призводить до підвищеної витрати палива і передчасного зносу шин [4]. Спеціалісти компанії Kenworth підрахували, що зменшення опору кочення шини на 3% призводить до економії палива на 1% [2].

Але найбільшу увагу до даного питання привернув опублікований статистичний матеріал досліджень компанії "Porshe" [3], котрий засвідчив, що через зниження тиску в шинах відбувається до 75 % всіх автомобільних аварій у Західній Європі і до 10 % аварій із летальними наслідками. Своєчасне невиявлення падіння тиску в шині призводить до непрогнозованих змін напряму руху при гальмуванні, розгоні та віражах, особливо на слизьких покриттях. Підтвердженням необхідності поглибленого вивчення даної проблеми стали відгуки компанії "Ford" у 2000 році : на той час через різке зниження тиску в шинах Firestone загинуло понад 270 осіб і ще більше отримали поранення різного ступеня тяжкості [2]. За даними ГИБДД РФ,

більшість ДТП за участю вантажного транспорту і автобусів за 2013 рік відбулися через недотримання нормативного тиску в шинах, а також порушення експлуатації шин транспортних засобів [4].

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ВІДОМИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ПІДТРИМАННЯ ТИСКУ В ШИНАХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.

Розглянемо види колісних транспортних засобів які зображені на рис.1.1, камери шин яких наповнюються повітрям. До них відносять:

- Літаки
- Автомобілі
- Вантажні автомобілі
- Військова колісна техніка
- Сільськогосподарська колісна техніка
- Мотоцикли
- Велосипеди

Рис.1.1. Види колісних транспортних засобів.

Системи автоматичного підтримання тиску в шинах встановлені в багатьох з представників цих категорій. Наприклад, армійські багатоцільові колісні автомобілі підвищеної прохідності, а саме вантажні автомобілі і колісна бронетехніка оснащені системою підкачки повітря в шинах. Дана система дозволяє задавати необхідний тиск в шинах в залежності від

завантаження транспортного засобу і типу дорожнього покриття. Завдання необхідного тиску здійснюється водієм вручну і вимагає постійного контролю і регулювання в залежності від зміни зовнішніх факторів.

Автоматичне, тобто інтелектуальне, управління тиском повітря в шинах без участі водія поки серійно не застосовується. На легкових і легких комерційних автомобілях контроль за тиском повітря в шинах, а також інформування водія, в разі різкого його падіння при пошкодженні шини, вже давно не новина. Але системи, що дозволяють управляти тиском повітря в шинах легкового автомобіля в залежності від умов експлуатації, поки серійно не виробляються.

Системи регулювання і підтримання тиску в шинах встановлюються і в літаках.

Далі розглянемо детальніше існуючі системи підтримання або регулювання тиску в шинах транспортних засобів.

1.1. Вплив тиску в шинах на технічні характеристики транспортного засобу.

Пневматичні шини сконструйовані для роботи при певному тиску повітря. Слід враховувати, що матеріали, з яких виготовлена шина, не є абсолютно герметичними, тому повітря поступово просочується через стінки камери, особливо в літню пору, і тиск повітря знижується. Крім того, причиною недостатнього тиску повітря може бути пошкодження камери або шини (безкамерної), нещільності золотника вентиля і деталей кріплення його до обода (для безкамерних шин), несвоєчасна перевірка тиску повітря. Не можна судити про внутрішній тиск в шині на око або по звуку при ударі по покришці, так як при цьому можна помилитися на 20-30%.

Шини з пониженим внутрішнім тиском мають підвищені деформації у всіх напрямках і, отже, при коченні їх протектор більш схильний до проковзування щодо дорожньої поверхні. Внаслідок цього шини піддаються

розриву. При цьому втрачається їх еластичність, міцність різко падає. При роботі зі зниженим тиском повітря в шині може спостерігатися прокручування покришки на ободі, що викликає відрив вентиля камери або руйнування її в зоні кріплення вентиля.

Також збільшується опір коченню коліс, і внаслідок цього значно зростає витрата палива, зменшується жорсткість шини і підвищується внутрішнє тертя в боковинах покришки, що призводить до кільцевого зламу каркаса. Випадкове значне зниження тиску повітря в шині може бути своєчасно виявлено по збільшеній деформації шини, по відведенню автомобіля в сторону шини зі зниженим тиском і погіршення керованості. При цьому шини швидко перевантажуються і зношуються. Кільцевій злам - це пошкодження покришки, при якому нитки внутрішніх шарів корду відстають від гуми, перетираються і рвуться по всій окружності бічних стінок. Зовнішнім ознакою кільцевого зламу є темна смуга на внутрішній поверхні шини, що йде по всьому колу. Ця смуга свідчить про початок руйнування ниток корду. Категорично забороняється рух автомобіля на повністю спущених шинах навіть на відстань кількох десятків метрів, так як це викликає важкі ушкодження покришок і камер, які не піддаються ремонту. Збільшений тиск повітря також призводить до зниження терміну служби шин, але не так різко, як при зниженому тиску. При підвищеному тиску повітря виростають напруги в каркасі. При цьому прискорюється руйнування корду, збільшується тиск при взаємодії шини з дорогою, що веде до інтенсивного зносу в середній частині протектора. Амортизуючі властивості шини зменшуються, і вона піддається великим ударним навантаженням. Удар колеса об зосереджену перешкоду (камінь, колоду та ін.) призводить до хрестоподібного розриву каркаса шини, відновити який неможливо.

При нормальному тиску повітря в шині знос протектора розподіляється рівномірно. З підвищенням внутрішнього тиску повітря на 30% інтенсивність зносу знижується на 25%, а знос середини бігової доріжки шини по відношенню до її краях збільшується на 20%. Зворотна картина

спостерігається при зменшенні внутрішнього тиску повітря. Зменшення тиску на 30% підвищує інтенсивність зносу шин на 20%. В цьому випадку знос протектора посередині бігової доріжки зменшується по відношенню до її країв на 15%. Нерівномірний і, зокрема, ступінчастий знос шин прискорює знос деталей і агрегатів всього автомобіля. До перевантажень шин в основному призводить завантаження автомобіля масою, що перевищує його вантажопідйомність, і нерівномірний розподіл вантажу в кузові автомобіля. Характер пошкоджень покришок при підвищеному навантаженні відповідає пошкодженням при експлуатації шини зі зниженим внутрішнім тиском повітря, але знос і пошкодження при цьому збільшуються більшою мірою. В результаті перевантаження каркаса руйнуються бічні стінки шин, з'являються розриви, що мають форму прямої лінії. Перевантаження шин викликає також додаткову витрату палива, втрати потужності двигуна автомобіля на подолання опору коченню коліс, різкі коливання кузова при русі автомобіля, збільшену деформацію бічних стінок покришок, кілька утруднене керування автомобілем і може привести до мимовільного від'єднання колеса під час руху.

Деякі водії вважають, що для зменшення впливу перевантаження шин слід трохи підкачати їх. Ця думка помилкова. Підвищення норм внутрішнього тиску повітря в поєднанні з перевантаженням скорочує термін служби шин [1]. Вплив тиску на ресурс шини зображено на рис.1.2.

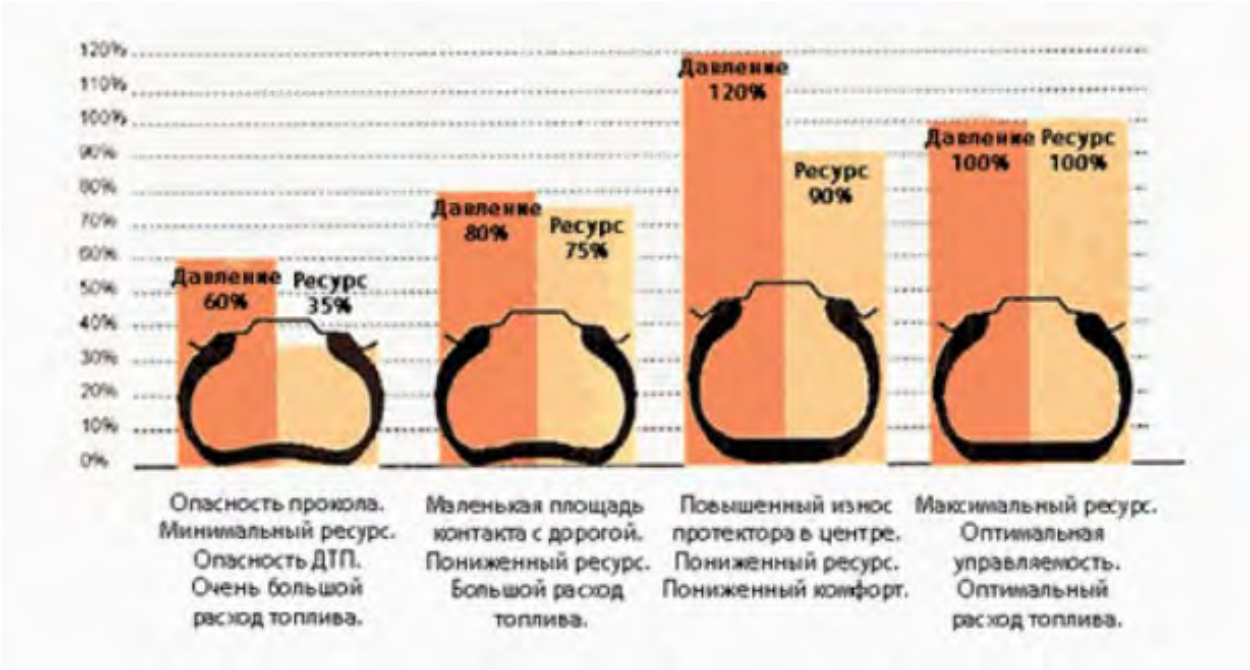


Рис.1.2. Вплив тиску на ресурс шини.

До основних факторів, які впливають на параметр тиску в шинах, можна віднести:

- діаметр колеса;
- марка транспортного засобу;
- тип застосованої гуми;
- покриття на дорозі;
- стиль водіння, характерний для водія;
- температура повітря в шині.

Обсяг повітря в шині залишається приблизно однаковим. Зміна температури всередині шини безпосередньо впливає на тиск повітря (рис.1.3). При зміні температури на 10 градусів тиск повітря підвищується або зменшується приблизно на 0,1 бар [7].

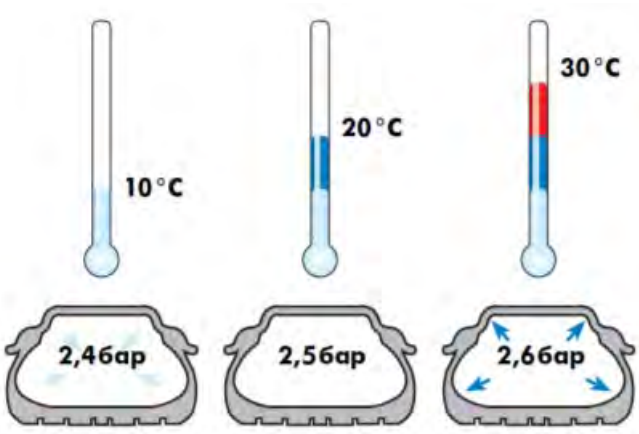


Рис.1.3. Залежність тиску в шині від температури навколишнього середовища.

Колесо з нормальним тиском повітря (рис.1.4) повністю стикається з поверхнею дороги. Відбувається рівномірний знос профілю, і забезпечується краще зчеплення з дорогою. Це забезпечує наступні переваги:

- збільшення пробігу шини (рис.1.4);
- зменшення гальмівного шляху;
- оптимальна стабільність при поворотах;
- помірна витрата палива;
- комфорт руху.

Рис.1.4. Розподіл шини на поверхні дорожнього покриття в залежності від тиску.

При високому тиску повітря в шинах зчеплення з дорогою відбувається тільки в середині бігової доріжки. Недоліками цього є:

- нерівномірний знос профілю (занадто великому навантаженню піддається центральна частина шини), погіршується якість зчеплення з дорожнім покриттям через зменшення області контакту з дорогою і підвищується гальмівний шлях;
- зменшення терміну експлуатації шини (рис.1.5), підвищується ризик налетіти на камінь або вибоїну, пошкодивши гуму;
- зниження комфорту руху, покришка стає більш твердою, всі коливання передаються в салон;
- обертання колеса стає більш легким;
- підвищується стійкість на дорозі.
- підвищена вібрація авто під час руху і відповідно зменшення ресурсу самого авто.

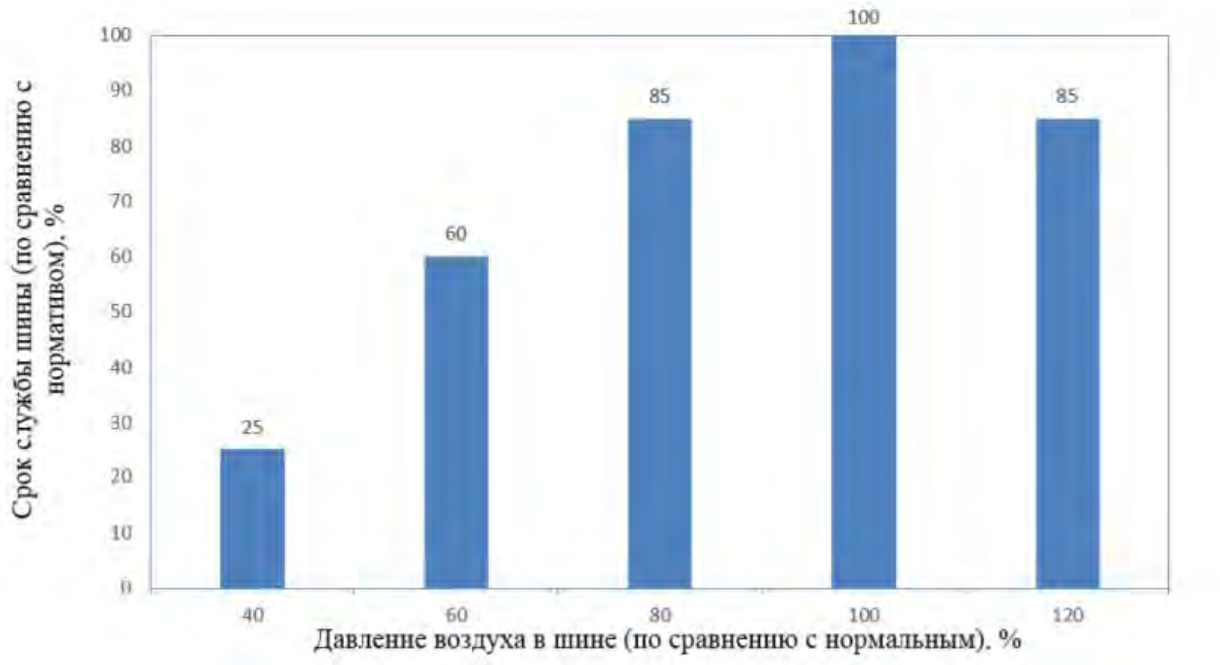


Рис.1.5. Залежність довговічності шини від тиску повітря.

При занадто низькому тиску повітря центральна частина шини злегка видавлюється вгору, оптимальна передача зусиль на дорожнє полотно виробляється тільки краями шини. Це призводить до наступних недоліків:

- сильне підвищення температури шини і, відповідно, небезпека пошкодження її структури,
- збільшення гальмівного шляху,
- зменшення терміну експлуатації шини, прискорюється процес зносу шини через підвищення площі зіткнення з асфальтом;
- підвищується витрата палива (рис.1.6);
- ускладнюється процес управління транспортним засобом;
- змінюється кут нахилу, що робить машину не такою стійкою на дорожньому покритті. Як наслідок, підвищуються ризики занесення на дорозі [8-9].

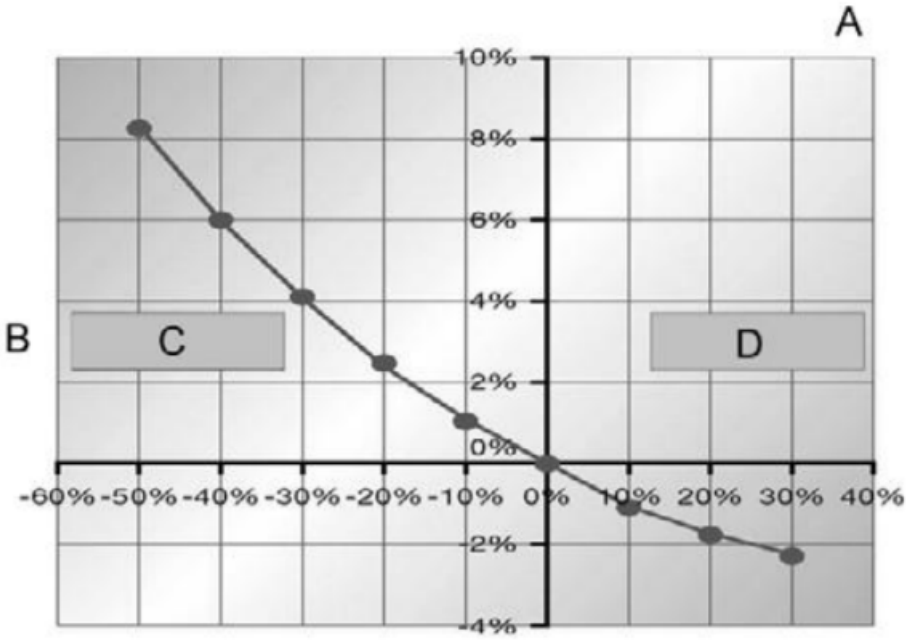


Рис.1.6 Залежність витрати палива від тиску повітря в шині.
(A - тиск в шинах, B - витрата палива, C - низький тиск в шинах, D - високий тиск у шинах.)

Графік залежності терміну експлуатації шини від тиску повітря в них зображено на рис.1.7.

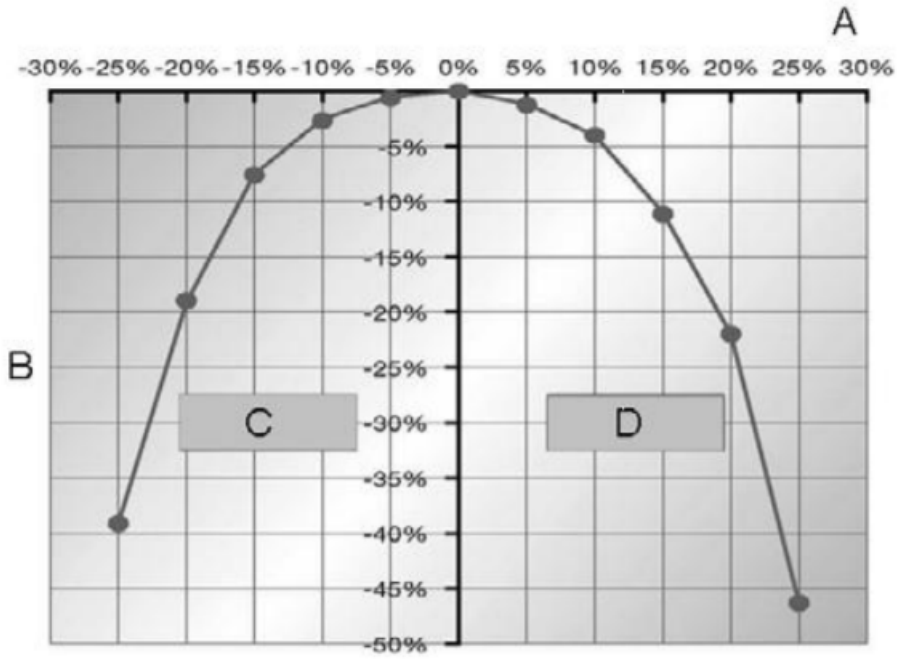


Рис.1.7 Залежність терміну експлуатації шин від тиску повітря в них.

(A - тиск в шинах, B - скорочення терміну служби, C - низький тиск в шинах, D - високий тиск в шинах.)

1.2 Системи підтримання тиску в шинах літаків АН-72.

Розглянемо систему керування тиску в шинах літаків АН-72.

1.2.1 Загальні відомості.

Система керування тиском в шинах призначена для забезпечення заданого тиску в шинах коліс, в залежності від маси літака і стану злітно-посадочної смуги, з ціллю покращення проходження літака по грунтовим аеродромам. В таблиці 1.1 наведені основні дані.

Таблиця 1.1

Основні данні

Параметри	Значення
Параметри повітря, яке підводиться к шинам коліс	№ 365.720.40.550
Температура	До 65˚С
Тиск	До 6 кгс/см^2, (0,6 МПа)
Діапазон керування тиску	Від 3кгс/см^2 до 5 кгс/см^2, (0,3…0,5МПа)
Час зміни тиску від 3 кгс/см^2 до 5 кгс/см^2	Не більше 3 хв.
Допустима різниця тиску в шинах	0,2 кгс/см^2, (0,02 МПа)
Різниця між середнім значенням тиску в шинах і значенням, установленим на задатчику.	Не більше 0,3 кгс/см^2, (0,03 МПа)
Система робото спроможна до висоти	3000м

Система керування тиску в шинах забезпечує:

- регулювання тиску в шинах коліс основних опор шасі в залежності від маси літака і стану злітно-посадочної смуги аеродрому.
- Централізовану зарядку шин коліс основних опор шасі від наземного джерела стисненого повітря.
- Продувку пневмомагістралі на ділянці від точки відбору повітря до зарядних клапанів з ціллю запобігання накопичення вологи в трубопроводу в агрегатах та її замерзання.

1.2.2 Опис системи.

Повітря в систему регулювання тиску в шинах відбирається від штуцера 5 (рис.1.8) із трубопроводу СКВ на лівому двигуні.

Запірний клапан 4, призначений для відкриття і закриття подачі повітря в систему, встановлений праворуч в лівому двигуні. В лівому обтічнику шасі на шпангоуті №18 встановлена панель I, на котрій змонтовані агрегати:

- Клапан 3215 повільного втравлювання повітря;
- Клапан 3215 швидкого втравлювання повітря;
- Ланцюг сигналізаторів тиску ИМД-8.

В осях колес установлені зарядні штуцери 2. Монтаж на стійках шасі виконан гнучкими шлангами 3.

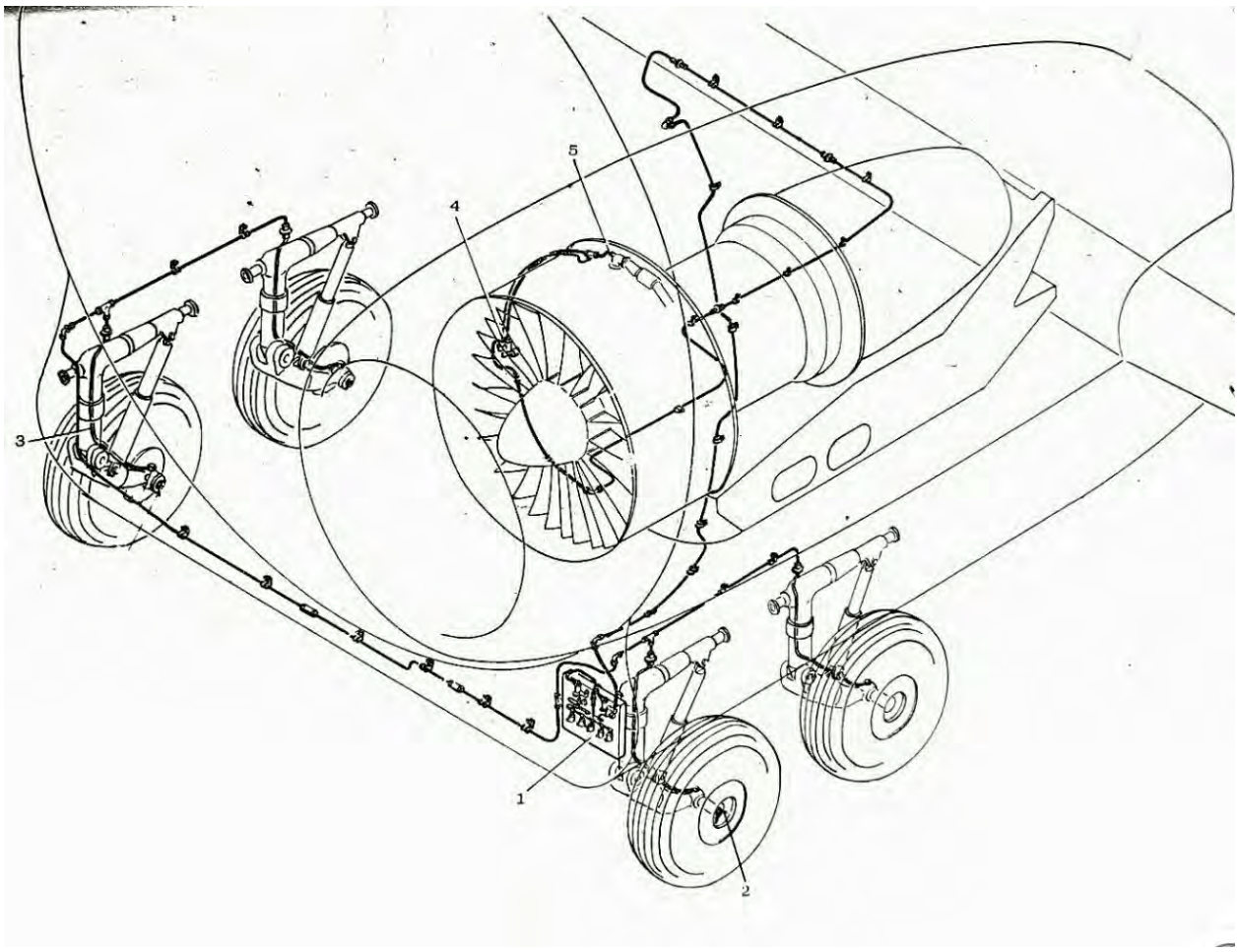


Рис.1.8. Монтажна схема системи РТШ.

(1 – панель з агрегатами, 2 – зарядний клапан, 3 – шланг, 4 – запорний клапан 3216, 5 – штуцер відбору повітря від СКВ.)

Принципова схема системи регулювання тиску в шинах (РТШ) зображена на рис.1.9.

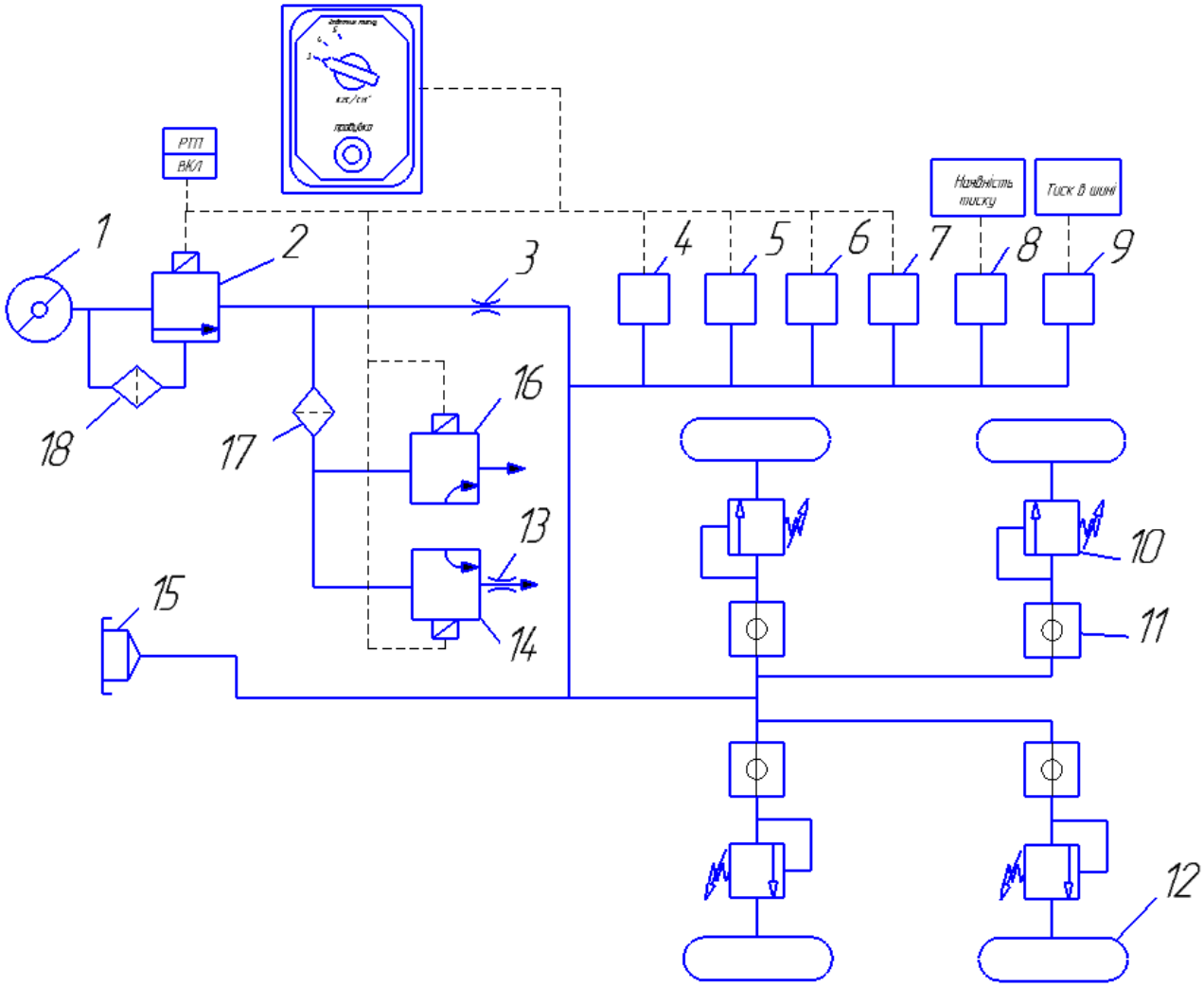


Рис.1.9. Принципова схема системи автоматичного підтримання тиску в шинах.

(1 - штуцер відбору повітря, 2 - електромагнітний клапан 3216, 3 - дросель, 4 - сигналізатор тиску МСТ-3А, 5 - сигналізатор тиску МСТ-4А, 6 - сигналізатор тиску МСТ-5А, 7 - сигналізатор тиску МСТ-6А, 8 - сигналізатор тиску МСТ-7А, 9 – датчик тиску ИМД8, 10 – зарядний клапан, 11 – розбірний клапан, 12 – колеса, 13 – дросель, 14 – електромагнітний клапан, 15 – штуцер централізований, 16 – електромагнітний клапан, 17,18 – фільтри ЗІВФЗА.)

Органи індикації і контролю системи регулювання тиску в шинах зображені на рис.1.10.

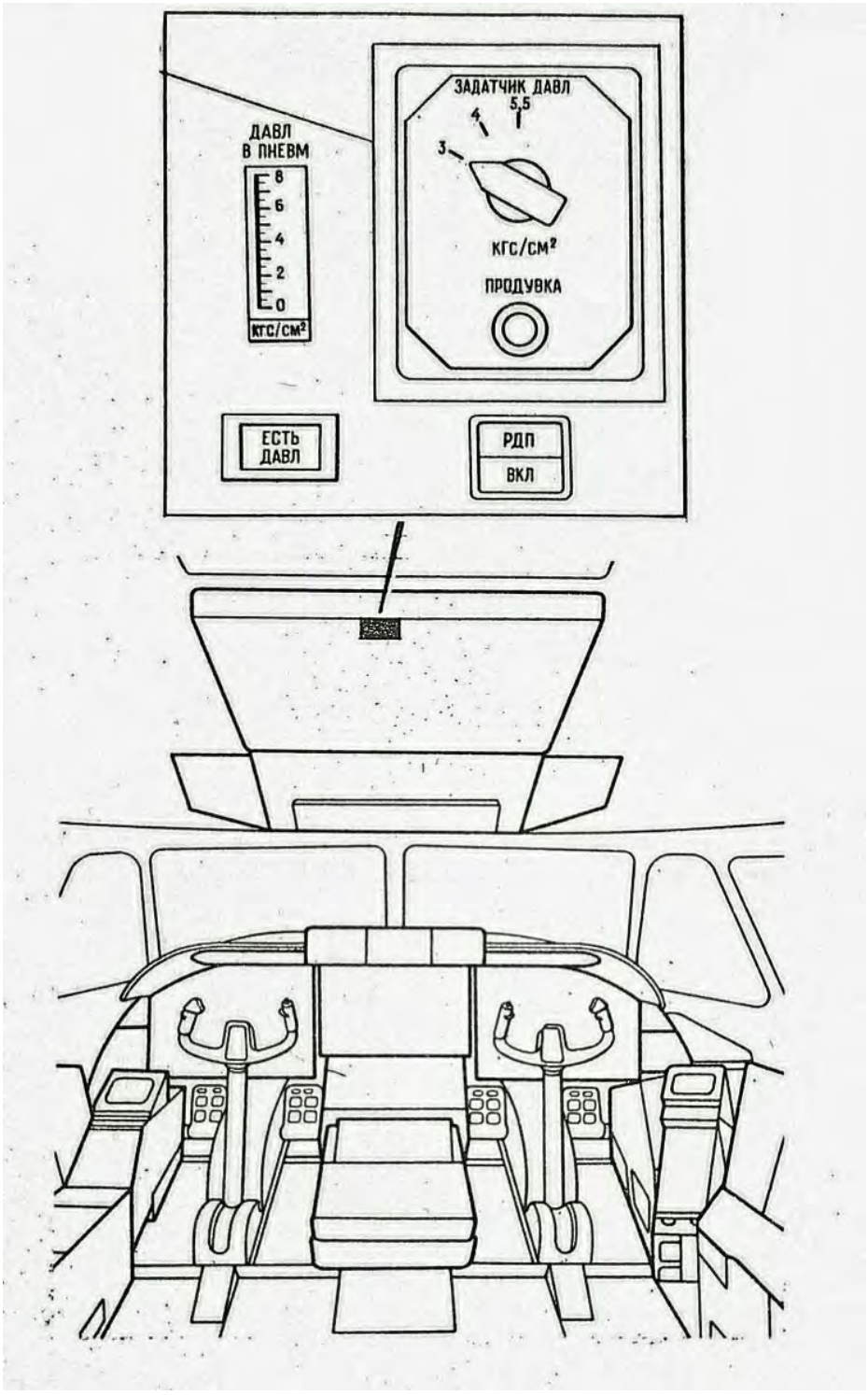


Рис. 10. Органи управління та індикації системи РТШ.

Функціональне призначення органів керування та індикації приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Функціональне призначення органів керування та індикації.

Кнопка-табло «РДП ВКЛ.»	Включення та вимкнення системи РДП (в увімкненому стані кнопка «ВКЛ.» висвічується зеленим кольором, РДП – білим.)
Табло зеленого кольору «ЕСТЬ ДАВЛ.»	Сигналізує про наявність тиску в системі 2,5 кгс/см^2 (0, 25МПа) та вище.
Індикатор «ДАВЛ. В ПНЕВМ.»	Контроль тиску в шинах.
Перемикач «ЗАДАТЧИК ДАВЛ.»	Налаштування необхідного тиску в шинах.
Кнопка «ПРОДУВКА»	Увімкнення продувки трубопроводів системи для усунення конденсату.

Електрична система керування системи РТШ забезпечує:

- ручне керування регулюванням тиску в шинах;
- сигналізацію увімкнення системи;
- сигналізацію наявності тиску в магістралі;
- контроль тиску в магістралі;
- продувку трубопроводів та агрегатів.

Живлення системи реалізується постійним струмом з напругою 27 В з основної правого РУ 27 В. Система виміру тиску живіться постійним струмом з напругою 36 В та частотою 400 Гц з шини РУ 36 В.

1.2.3. Принцип роботи системи.

При натисканні на кнопку-табло «РДП ВКЛ.» (рис.1.9) кнопка-табло висвічується , відкривається електромагнітний клапан 2 , а електромагнітні клапани 14 та 16 закриваються і повітря від трубопроводу СКВ через дросель 3, розбірні клапани 11 і зарядні клапани 10 надходить в шини 12.

При досяганні тиску в системі 2,5 кгс/см^2(0,25МПа) і вище висвічується табло «ЕСТЬ ДАВЛЕНИЕ». Контроль тиску в системі РТШ виконується по індикатору тиску «ДАВЛ. В ПНЕВМ.».

Тиск буде збільшуватися до величини ,встановленій на галетному перемикачі «ЗАДАТЧИК ДАВЛ.». При досяганні заданого тиску по сигналу сигналізаторів МСТ відкриваються електромагнітні клапани 14, 16 і закривається клапан 2. Тиск в системі стравлюється, при цьому закривається зарядний клапан 10 і в шинах встановлюється заданий тиск. Відключення системи виконується при натисканні на кнопку «РДП ВКЛ» , кнопка-табло гасне, клапан 2 закривається, клапани 14, 16 відкриваються.

Продувка системи виконується при натисканні на кнопки-табло «РДП ВКЛ.» і кнопки «ПРОДУВКА» на 20..30с, при цьому клапан 2 відкривається , а клапани 14 ,16 закриваються і повітря від СКВ надходить в систему. Тиск в системі піднімається, при досяганні тиску, налаштованого на задатчику тиску, закриваються зарядні клапани 10. Контроль за тиском в системі реалізується по індикатору «ДАВЛ. В ПНЕВМ.». Тиск не повинен перевищувати 6 кгс/см^2 (0,6МПа).

При досяганні тиску в системі 6 кгс/см^2 (0,6МПа) необхідно натиснути на кнопку-табло «РДП. ВКЛ», при цьому клапан 2 закривається, а клапан 14, 16 відкривається. Прибирання надлишкової вологи в системі виконується під дією надлишкового тиску повітря із трубопроводів системи через клапани 14 і 16.

Робота електросистеми виконується наступним чином. В початковому положенні система знеструмлена, електропневмоклапан 14 (рис.1.11) подачі

повітря в систему зачинен, електропневмоклапани 12 ,16 стравлювання тиску відкриті.

Потрібний тиск в шинах колес встановлюється на задатчику 24 в залежності від маси літака і стану злісно-посадочної смуги. Наприклад установлюється заданий тиск 3 кгс/см^2 (0,3МПа). Включення системи виконується натисканням кнопки-табло 5, висвічується лампа кнопки-табло, яка сигналізує про вмикання системи, спрацьовує реле 7, котре своїми контактами, через контакти реле 10 підключає напругу 27 В до клапанів 12, 14, 16.

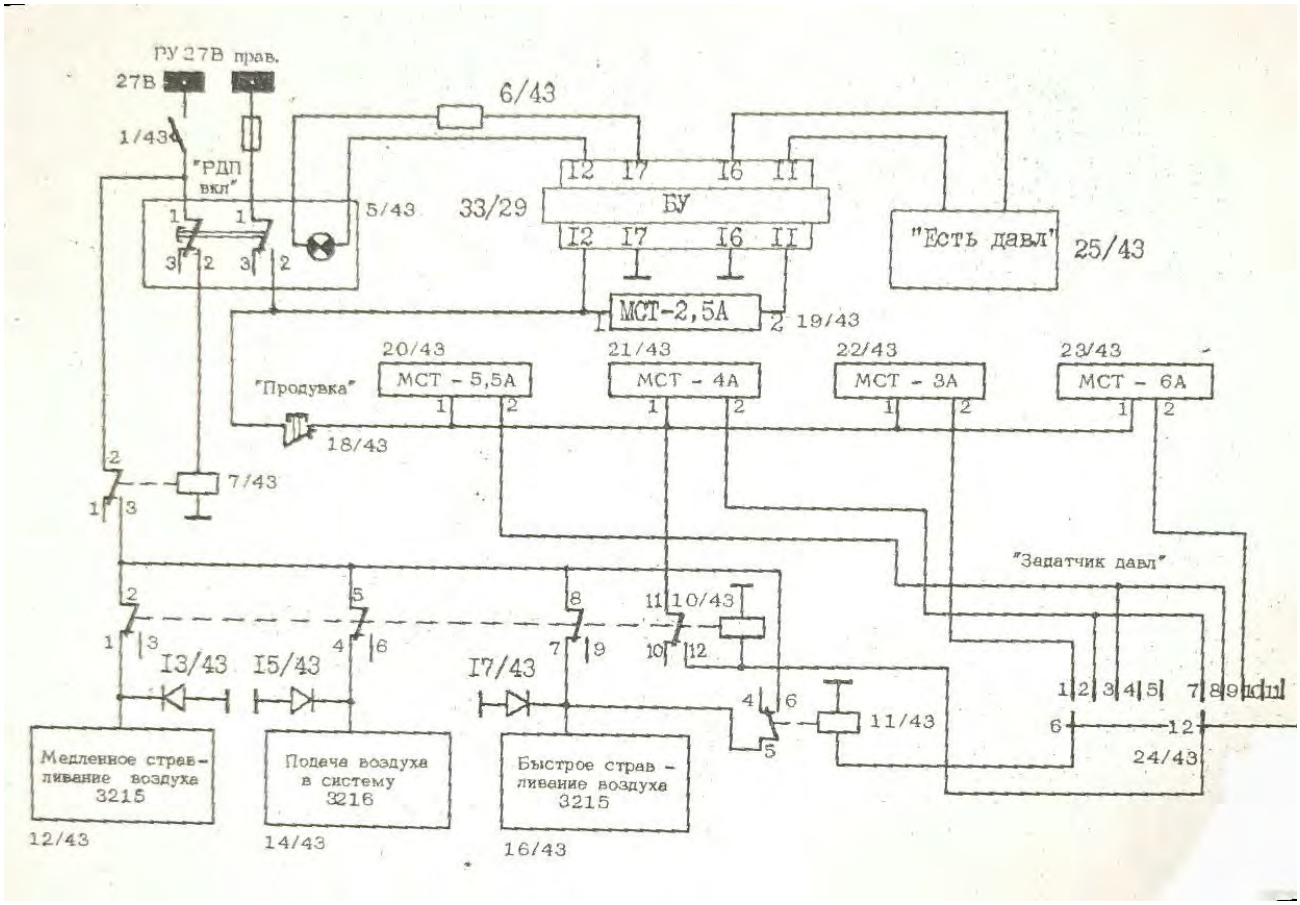


Рис.1.11. Принципова електросхема системи РТШ

1.3 Системи підтримання тиску в шинах автомобілів.

Розглянемо систему централізованої автоматичної системи підкачки шин на вантажних автомобілях КАМАЗ53501. На колісних транспортних засобів, призначених для експлуатації на дорогах з твердим покриттям, грунтових дорогах різного стану, застосовують систему регулювання тиску повітря в шинах (рис.1.12). В системі регулювання тиску в шинах, як правило, використовується стиснене повітря з системи пневматичного приводу гальм транспортного засобу. Вузли ущільнення підведення повітря встановлені безпосередньо в цапфи мостів і забезпечують герметичність рухомого з'єднання. Повітря до вузлів надходить через штуцер. З порожнини вузла повітря по каналу піввісь надходить до крана запору повітря і далі по сполучному шлангу в шину колеса. Система регулювання тиску повітря в шинах автомобілів з пневматичним або пневмогідравличним приводом гальм включається в загальну систему пневмооснащення автомобіля паралельно від потрійного захисного клапана пневмосистеми гальм через клапан-обмежувач зниження тиску повітря в пневмосистемі. Цей клапан припиняє доступ повітря до шин при тиску в пневмосистемі нижче 550 кПа (5,5 кгс / см2) і обмежує падіння тиску. У автомобілів з гідравлічним приводом гальм система регулювання тиску повітря в шинах виконується автономної. Основні елементи і особливості роботи системи аналогічні автомобілю з пневматичним приводом гальм.

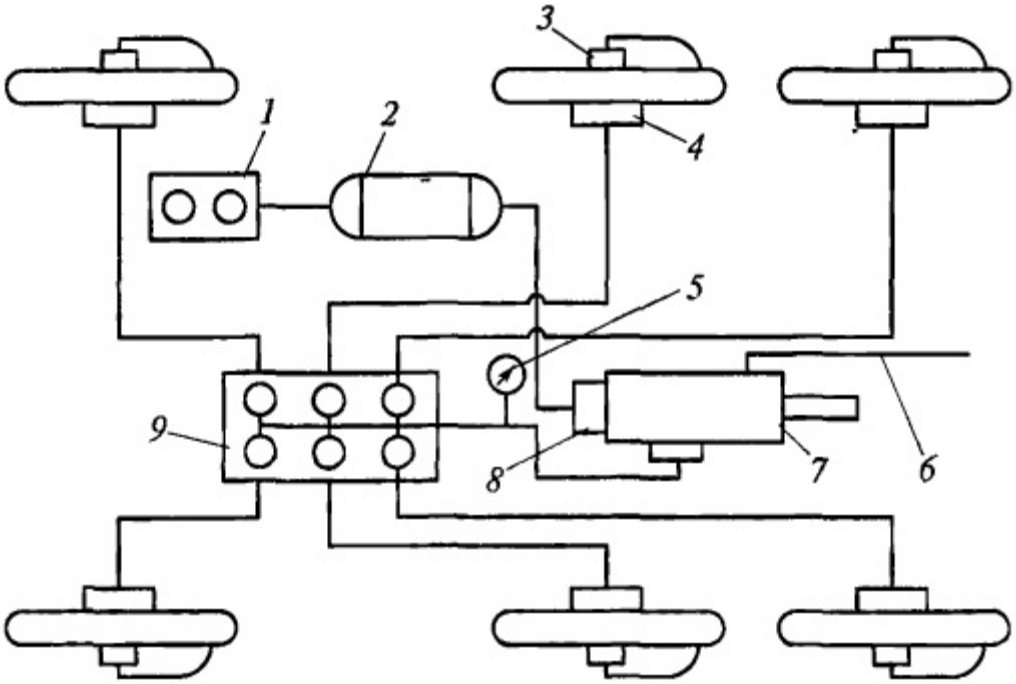


Рис.1.12. Схема системи регулювання тиску повітря в шинах.
(1 - компресор; 2 - ресивер; 3 - запірний кран; 4 - повітропідвідний пристрій; 5 - шинний манометр; 6 - магістраль випуску повітря в атмосферу; 7 - кран керування; 8 - клапан-обмежувач зниження тиску; 9 - блок шинних кранів.)

Система регулювання тиску повітря в шинах зображена на автомобілі з колісною формулою 6х6 (рис.1.13). Система регулювання тиску повітря в шинах призначена для:

- для підвищення опорної прохідності автомобіля у важких дорожніх умовах і при русі по бездоріжжю за рахунок зниження тиску повітря в шинах. При зниженні тиску повітря в шинах збільшується площа плями їх контакту з опорною поверхнею, що призводить до зниження питомої навантаження на опорну поверхню і підвищення сили тяги на провідних колесах;
- для збереження рухливості автомобіля в разі проколу (проколів) шини за рахунок постійної її підкачки під час руху і підтримки тиску повітря в шині в необхідних межах без заміни колеса. Умовою збереження рухливості автомобіля є достатня для заповнення витоку повітря з

пошкодженої шини продуктивність компресора і діаметр прохідного перетину вентиля;

- для постійного контролю тиску повітря в шинах і підтримки його в заданих межах під час руху.

В систему регулювання входять: кран управління тиском з клапаном-обмежувачем, крани запору повітря, пневмопроводів, головки підведення повітря.

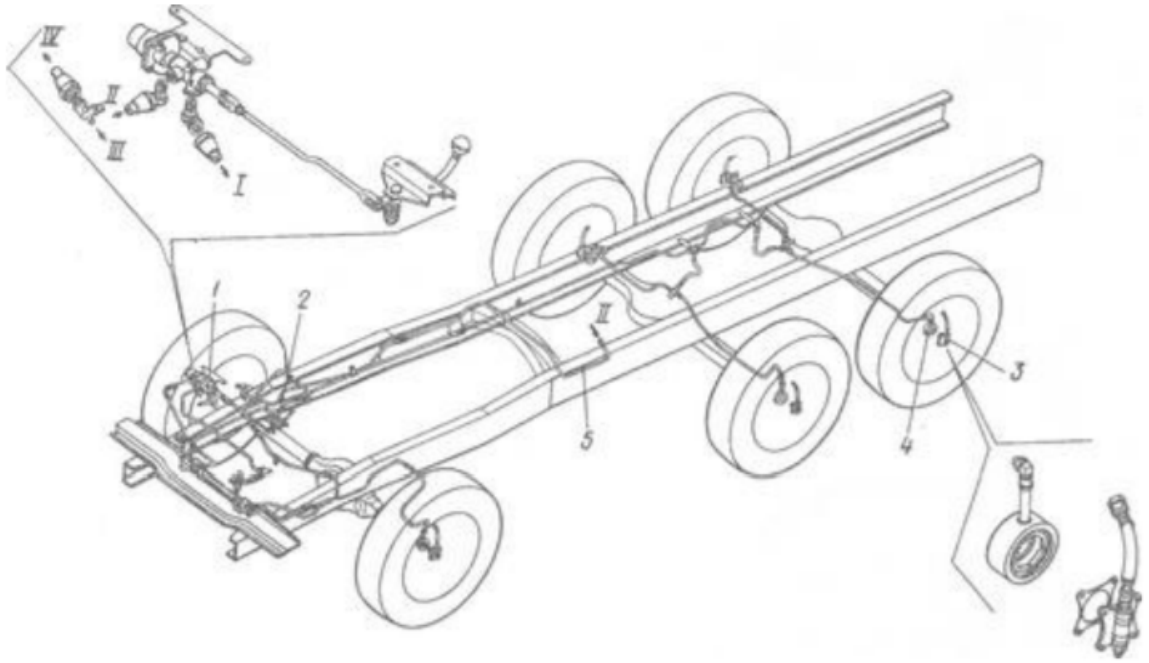


Рис.1.13. Встановлення системи регулювання тиску повітря в шинах.
(1 – кран управління тиском; 2 - важіль крана керування тиском; 3 - кран запору повітря; 4 - головка підведення повітря; 5 - трубка підведення повітря; I - відвід в навколишнє середовище; II - підведення повітря від потрійного захисного клапана; III - відвід до манометру; IV - підвід в систему.)

Схема встановлення трубопроводів зображена нижче на рис.1.14.

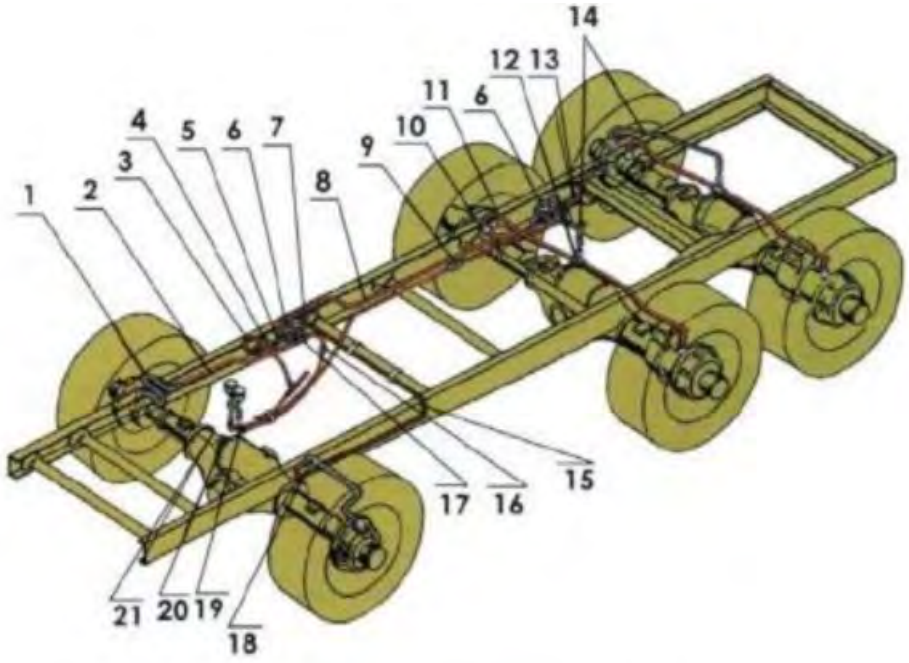


Рис.1.14. Схема встановлення трубопроводів для системи регулювання тиску в шинах.

(1,14 - шланги; 2,3,8,11,13,15 - трубопроводи; 5,10, 12, 17 - трійники; 6 – клапан електромагнітний; 7,18, 19 – кутники ; 9,16, 20 - штуцер; 21 - трубка до шинного манометру.)

Кран управління розміщений в кабіні і буває двох типів: клапанний і золотниковий. Кран управління тиском повітря в шинах (рис.1.15) золотникового типу з'єднується з ресивером, в якому є запас стисненого повітря, з шинами через блок шинних кранів і з атмосферою. Золотник 12 переміщається в корпусі 6 і ущільнений манжетою 9. Ущільнююче кільце, що знаходиться на золотнику обмежує хід золотника. Золотник через штіфт з'єднаний з тягою важеля 2 (рис.1.14) крана. Важіль крана має три положення в залежності від режиму роботи системи: ліве положення важеля – накачування повітря в шини, середнє - нейтральне положення, праве - випуск повітря з шин в навколишнє середовище.

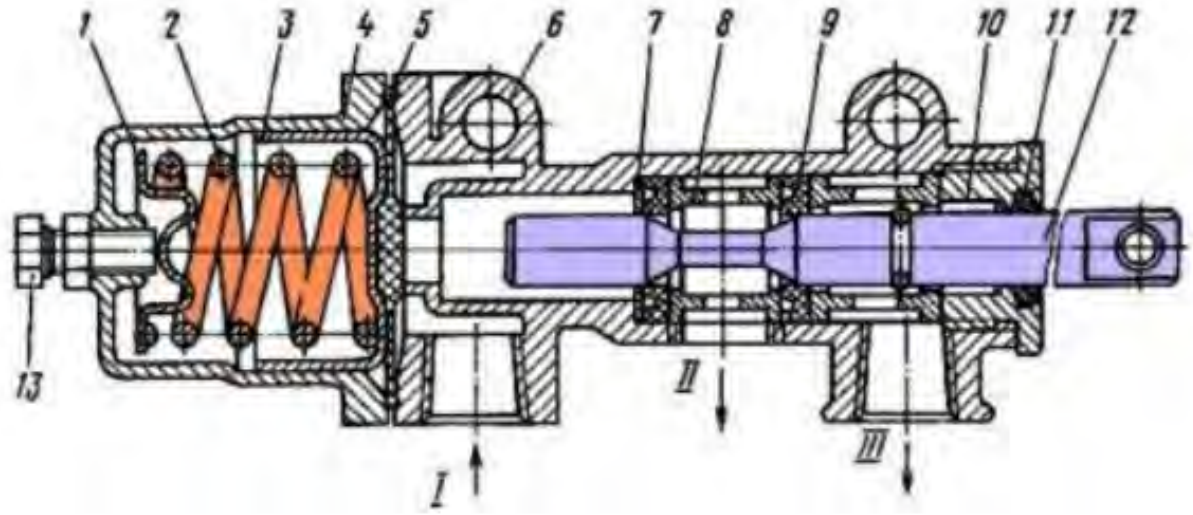


Рис.1.15. Кран управління тиском повітря в шинах.

(1 – упорна шайба; 2 - пружина клапана-обмежувача; 3 - направляючий стакан; 4 – кришка клапана-обмежувача; 5 - мембрана клапана-обмежувача; 6 - корпус крана; 7 – розпірне кільце манжети; 8 - втулка крана; 9 - манжета крана; 10 - направляюча золотника; 11 - кільце ущільнювача; 12 - золотник крана в зборі; 13 - регулювальний болт; I - від загальної пневмосистеми; II - в шини (блок шинних кранів); III - в навколишнє середовище (в атмосферу).)

При перекладі важеля крана керування тиском в ліве положення золотник, з'єднаний тягою з важелем управління і ущільнений двома сальниками, переміщається до клапану-обмежувача в осьовому напрямку, проточка на золотнику встановлюється проти манжети, і повітря через утворену щілину під манжетою з ресивера надходить в шини (накачування шин). У разі переміщення важеля крана керування тиском в праве положення золотник відходить від клапана-обмежувача, проточка на золотнику розміщується проти іншої манжети, і повітря з шин йде в навколишнє середовище (в атмосферу). При перекладі важеля крана управління в нейтральне положення проточка на золотнику знаходиться між манжетами і виключає надходження повітря до шин і з них в навколишнє середовище (в атмосферу), все магістралі роз'єднані. Хід золотника з середнього положення в крайні обмежується кільцем. Рукоятка управління краном встановлена під

панеллю приладів з правого боку від водія. Головки підведення повітря (рис.1.16, рис.1.17), встановлені на півосях, складаються з корпусу 2 і двох гумових манжет 5 з пружинами 4, забезпечують герметичність рухомого з'єднання «головка-піввісь». Повітря до голівці надходить через штуцер. З порожнини головки повітря по каналу в півосі надходить до крана запору повітря і далі по сполучному шлангу в шину колеса.

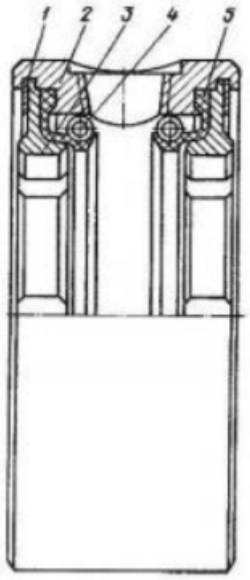


Рис.1.16. Головка підведення повітря

(1 - пружинне кільце; 2 – корпус головки; 3 - кришка головки; 4 - пружина манжети; 5 – манжета.)

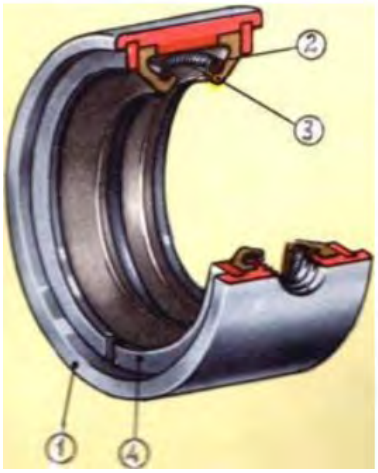


Рис.1.17. Головка підведення повітря.

(1 - корпус, 2 - пружини манжети, 3 - манжета, 4 - запірний кільце.)

Кран запору повітря (рис.1.18, рис.1.19) встановлено на кожному колесі. Запірні крани коліс розміщуються в дисках або маточинах коліс. Кран призначений для відключення шин від системи регулювання тиску повітря при тривалій стоянці автомобіля і при виході з ладу манжет головки підведення повітря. У корпусі 7 крана переміщається по різьбі пробка 1, на зовнішньому кінці якої є квадратна головка під ключ. Пробка ущільнені гумовим кільцем 4 з шайбами 3 і 5 і підібгана гайкою 2. В гнізді піввісь корпус крана ущільнений гумовим кільцем 6.

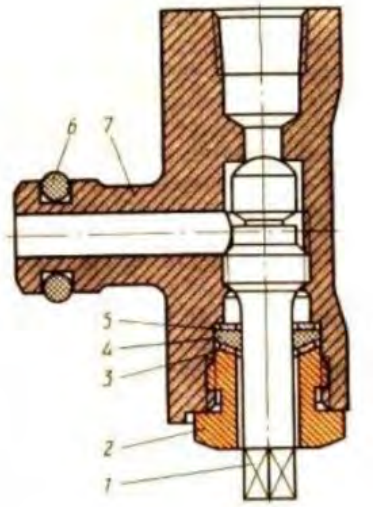


Рис.1.18. Кран запору повітря.

(1 - пробка крана; 2 - гайка; 3 - шайба, 4 - гумове кільце пробки, 5 – шайба, 6- ущільнювальні гумові кільця в гнізді піввісь; 7 - корпус крана.)

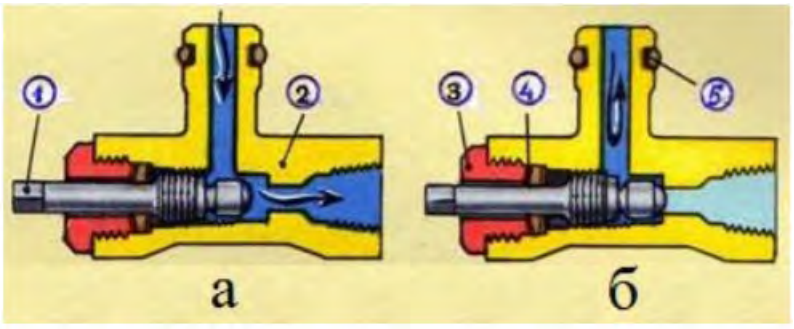


Рис.1.19. Кран запору повітря.

(а - відкритий; б - закритий (відключення шини від системи); 1 - пробка, 2 - корпус, 3 - гайка, 4 - гумове кільце пробки, 5 - гумове кільце в гнізді піввісі.)

По шинному манометру контролюється тиск повітря в шинах. Він обладнан шкалою з рекомендованими тисками в шинах для основних типів доріг. Блок шинних кранів має кілька вентилів по числу коліс або осей транспортного засобу. Оскільки при всіх відкритих вентилях тиск повітря в усіх шинах однаковий, можна одночасно здійснювати їх накачування або випуск з усіх шин повітря в атмосферу. Крім того, можна змінювати тиск повітря в шинах окремо для кожного колеса або осі. Система підведення повітря (рис.1.20) до шини яка обертається включає в себе гумові сальники, розташовані між нерухомими деталями балок мостів і обертовими маточинами коліс. За рахунок підвищеного тиску повітря, що надходить в камеру сальника з ресивера, кромки сальника притискаються до циліндричної поверхні обертової деталі, цим забезпечують необхідну герметизацію з'єднання.

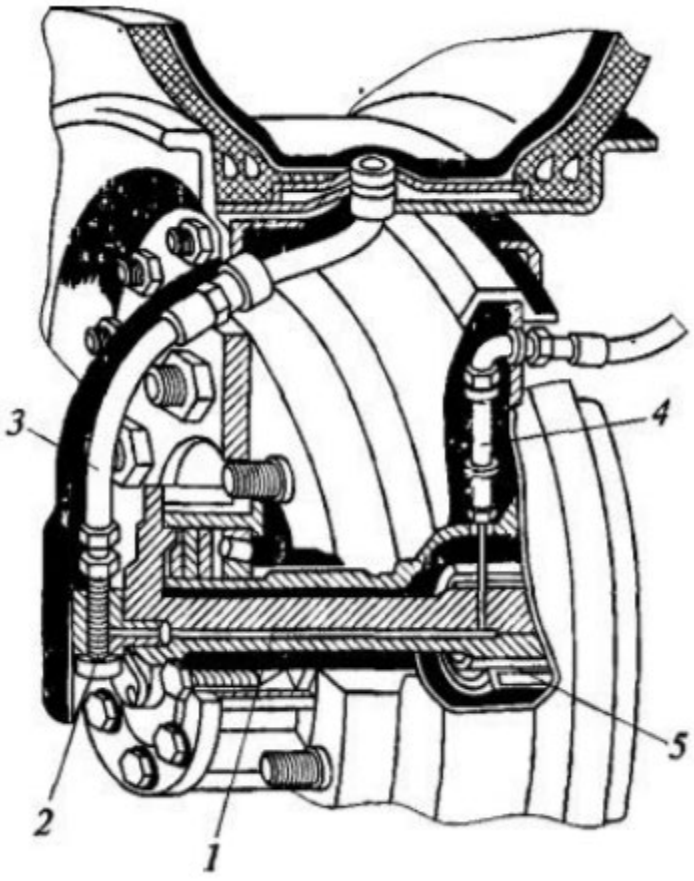


Рис.1.20. Система підведення повітря до шин, які обертаються.

(1 – канал піввісі; 2 - запірний кран; 3 - шланг; 4 - штуцер; 5 - сальник.)

Система регулювання тиску повітря в шинах (рис.1.21) управляється з кабіни водія важелем, що впливає на кран управління тиском повітря в шинах, що дозволяє постійно контролювати тиск повітря в шинах по манометру, розташованому на панелі приладів, і підтримувати тиск в межах норми під час руху [5].

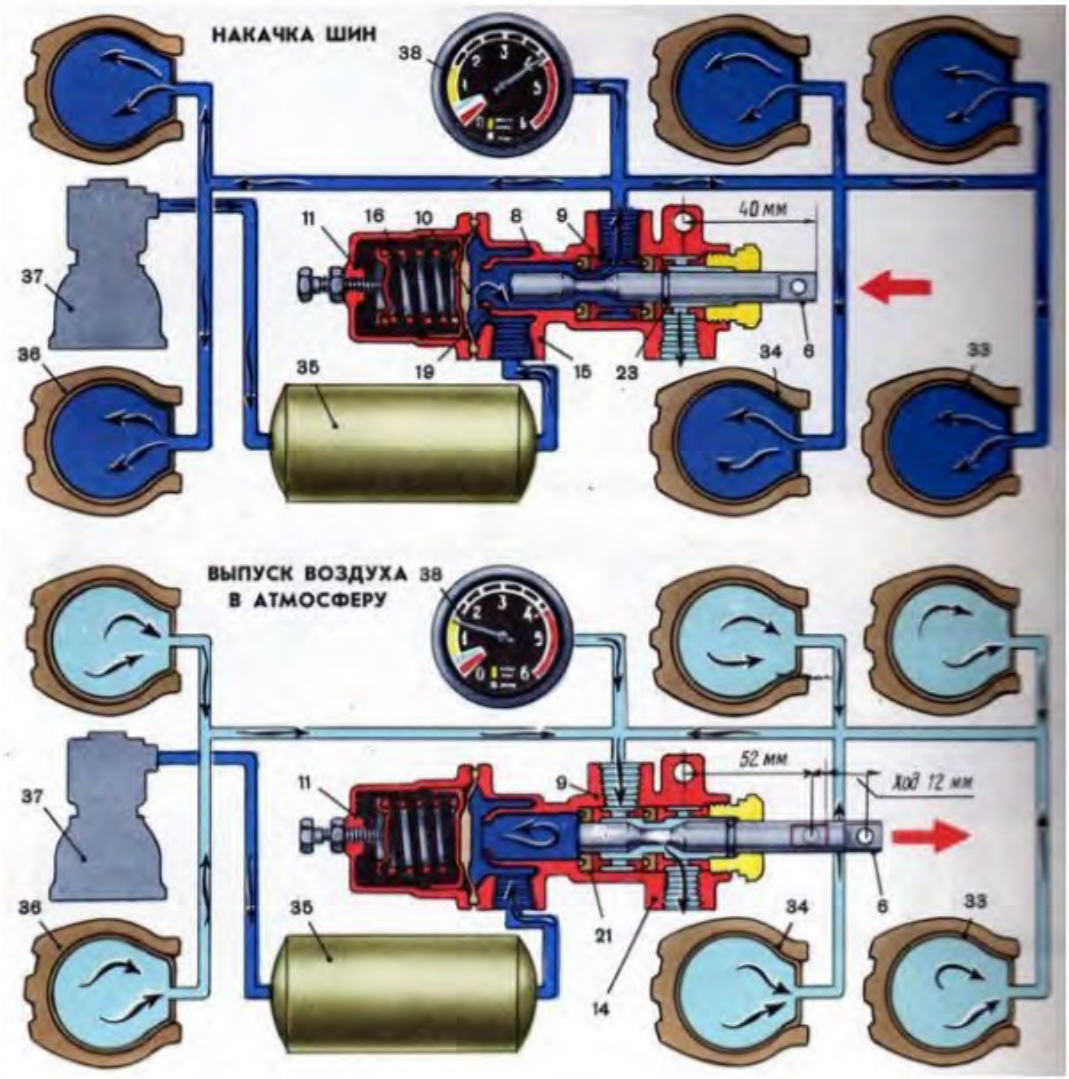


Рис.1.21. Робота крана керування тиском повітря в шинах при накачуванні шин і випуску повітря в атмосферу.

(6 - золотник, 8 - корпус, 9 - штуцер, 10 - діафрагма, 11 - клапан-обмежувач, 14,15 - штуцер, 16 - пружина клапана-обмежувача, 19 - сідло, 21 - сальник, 23 – замкове кільце, 33 - штуцер, 34 - запірний кран, 35 - повітряний балон, 36 - шлаг до вентиля шини, 37 - компресор, 38 – манометр.)

1.4 Мета та задачі.

Метою роботи є підвищення ефективності і безпеки експлуатації транспортних засобів за рахунок автоматичної підкачки кожної шини окремо, контролю тиску в шинах, підтримання заданого тиску і можливістю налаштування тиску з салону транспортного засобу за потребою.

Задачі полягають в наступному. Система регулювання тиску в шинах встановлена на АН-72 була демонтована за причинам низької ефективності, ненадійності, та не забезпечуванні безпеки експлуатації об’єкта «72». Необхідно усунути недоліки, які існують в даній системі, проаналізувавши конструкцію та її роботу. Також системи автоматичного підтримання тиску існують і в автомобільній промисловості, але в усіх відомих рішеннях тиск задається ручним налаштуванням. Задача полягає в тому, щоб встановити керування тиском у кабіні водія, та налаштовувати тиск вибираючи потрібний на панелі керування.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ПІДТРИМАННЯ ТИСКУ В ШИНАХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.

2.1. Розробка та обґрунтування принципових схем.

2.1.1. Для літаків АН-72.

Аналізуючи схему регулювання тиску в шинах, зображену на (рис.1.9) можна зробити висновки, що в рухомому з'єднанні 11 стравлюється повітря через зазори. Для того, щоб уникнути цієї проблеми, можна змінити конструкцію та спосіб керування системою.

На рис. 2.1. зображено складальне креслення клапана регулювання тиску в шинах (зарядний клапан 10 на рис.1.9).

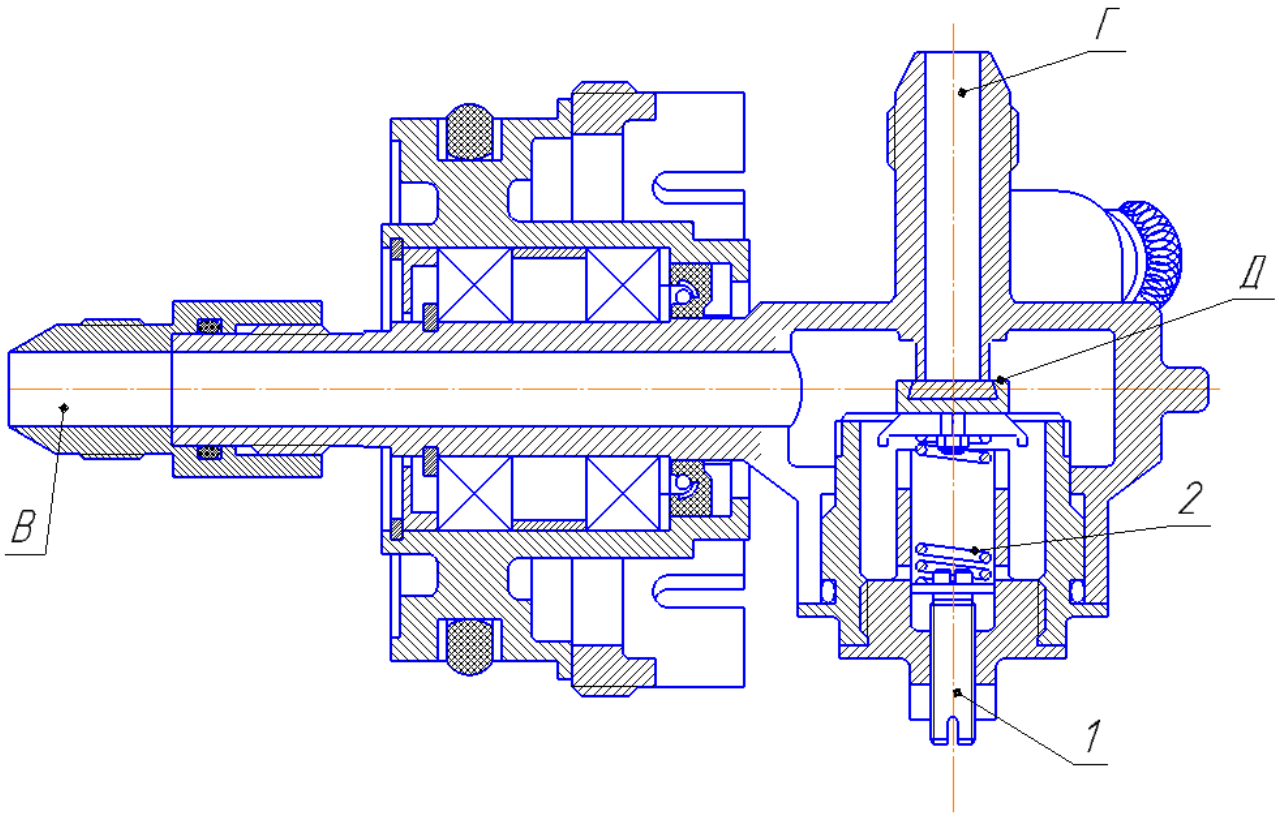


Рис.2.1. Складальне креслення клапана регулювання тиску в шинах АН-72.

Працює він наступним чином. У порожнину В потрапляє повітря і тисне на кромки клапана Д, тим самим створюючи зусилля на пружину 2 і стискуючи її. Утворюється щілина між каналом В і Г та повітря з каналу В потрапляє у шину через канал Г, як зображено на рис.2.2.

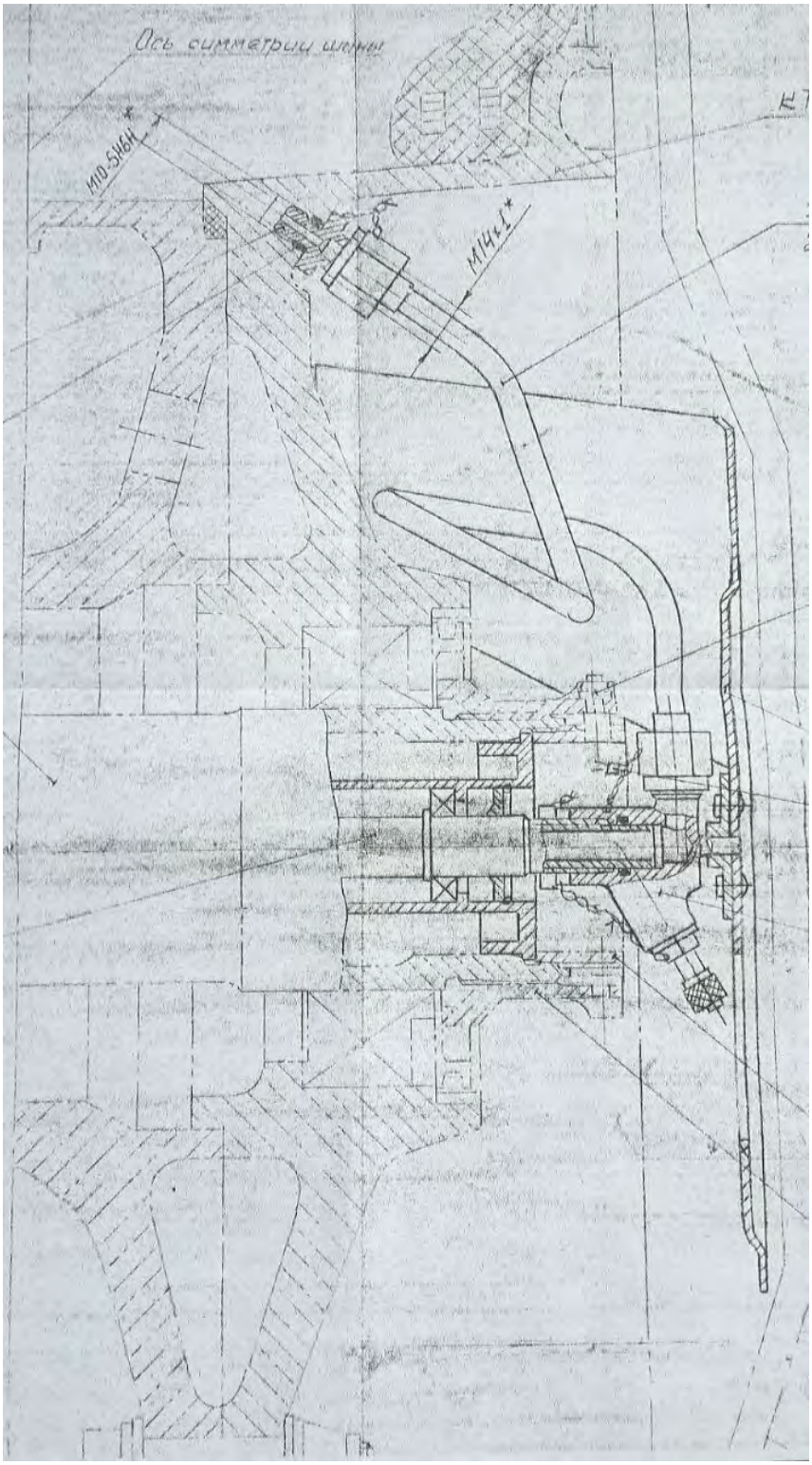


Рис. 2.2. Схема підключення клапану до шини.

Тобто клапан відкривається тільки у випадку, коли у каналі В є тиск. Для того, щоб в шинах був заданий тиск, в магістралі також постійно повинен підводитися відповідний тиск, в іншому випадку тиск стравиться до 2 бар, тому що пружина налаштована закривати клапан ,якщо тиск в шині зменшується до 2 бар. Отже, через те, що тиск повинен постійно підводитися до шини, у рухомому з'єднанні постійно травиться тиск. Циклограма робочого тиску в шинах зображена на графіку нижче (рис.2.3.)

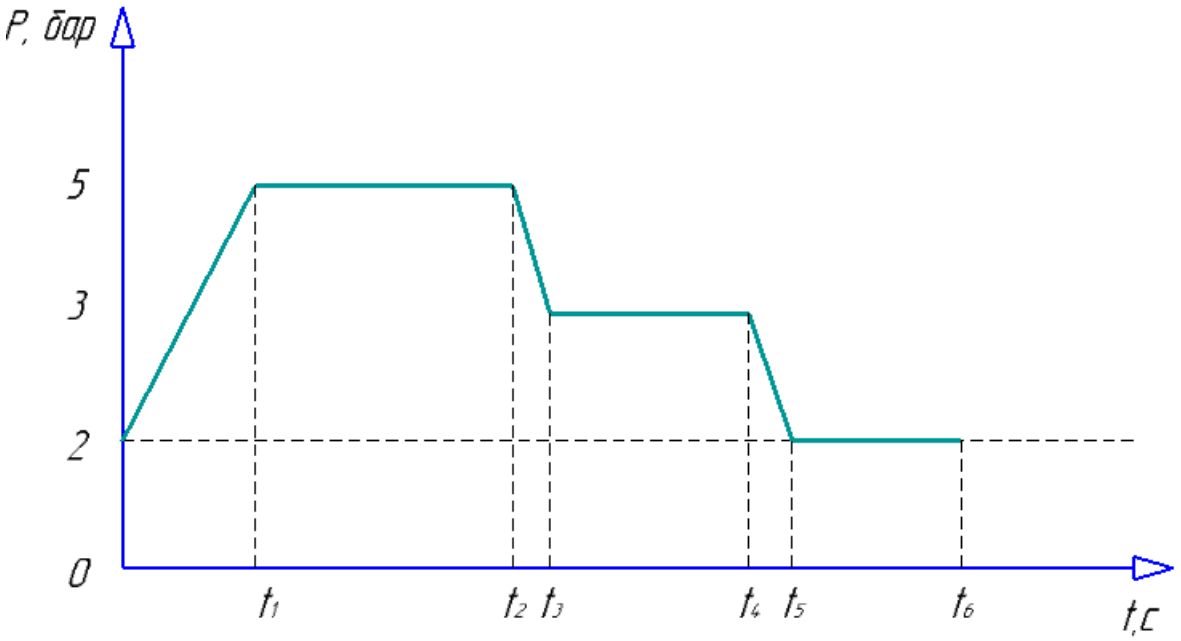


Рис.2.3. Циклограма робочого тиску в шинах.

Як зображено на рис.2.3, тиск в шинах нижче 2 бар не опускається. Проміжок часу від 0 до t_1 – це час, за який тиск в шині зростає від 2 бар до 5 бар, потім необхідний час тиск в шинах підтримується на заданому рівні. Далі тиск стравлюється з 5 бар до 3 бар і також за необхідності підтримується.

Циклограму керуючого тиску (рис.2.4.) зображено на графіку нижче.

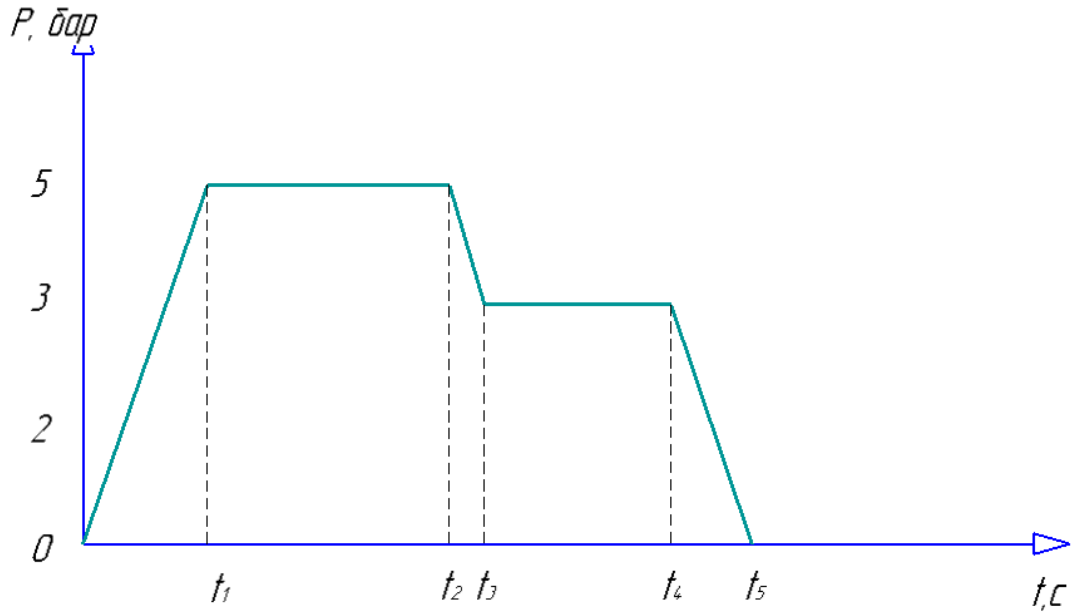


Рис.2.4. Циклограма керуючого тиску.

Як зображено на рис.2.4, для накачування шини до 5 бар, тиск в системі також зростає до 5 бар і підтримується весь час, поки в шинах повинен бути тиск 5 бар. При необхідності зменшити тиск в шинах до 3 бар, тиск в системі також падає до 3 бар і підтримується весь час, поки в шині повинен бути заданий тиск.

Підтримання керуючого тиску протягом всього часу коли тиск в шинах повинен перевищувати 2 бари призводить до постійного травлення повітря через рухомі з'єднання, що суттєво знижує ефективність функціонування системи налаштування та підтримання тиску. Запропоновано змінити режим керування системою. Для цього потрібно внести корективи в конструкцію зарядного клапана (зарядний клапан 10 на рис.1.9). Принципова схема буде виглядати наступним чином (рис. 2.5).

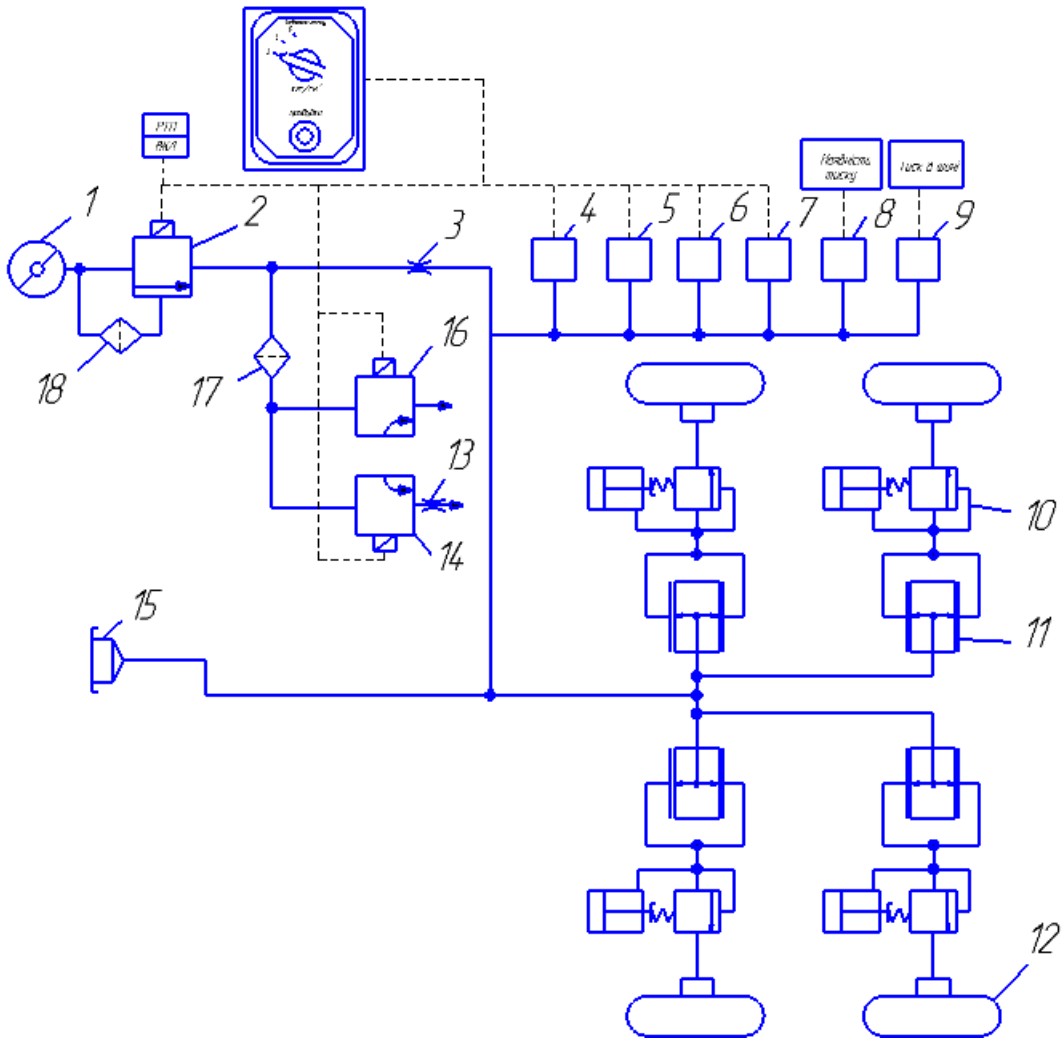


Рис.2.5. Модернізована принципова схема системи РТШ.

(1 - штуцер відбору повітря, 2 - електромагнітний клапан 3216, 3 - дросель, 4 - сигналізатор тиску МСТ-3А, 5 - сигналізатор тиску МСТ-4А, 6 - сигналізатор тиску МСТ-5А, 7 - сигналізатор тиску МСТ-6А, 8 - сигналізатор тиску МСТ-7А, 9 – датчик тиску ИМД8, 10 – зарядний клапан, 11 – розбірний клапан, 12 – колеса, 13 – дросель, 14 – електромагнітний клапан, 15 – штуцер централізований, 16 – електромагнітний клапан, 17,18 – фільтри ЗІВФЗА.)

Схема модернізованого зарядного клапану представлена нижче на рис.2.6.

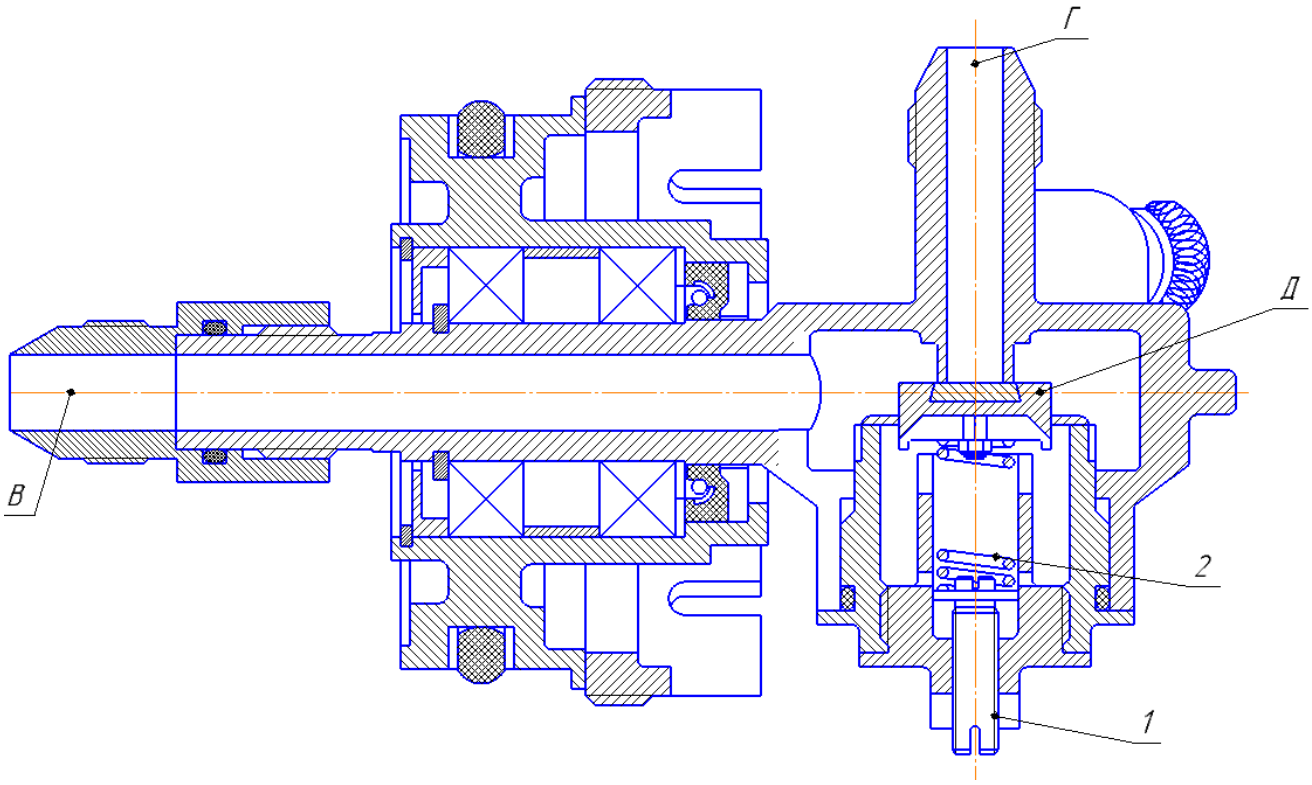


Рис.2.6. Модернізований зарядний клапан системи РТШ.

Відмінність клапану, зображеному на рис.2.6. від попередньої версії, яка зображена на рис.2.1, в тому, що пружина 2 налаштовується не на 2 бар, а на 5 бар і площа торців Д збільшена. Цикл роботи цієї системи зображено на рис.2.7. та рис.2.8.

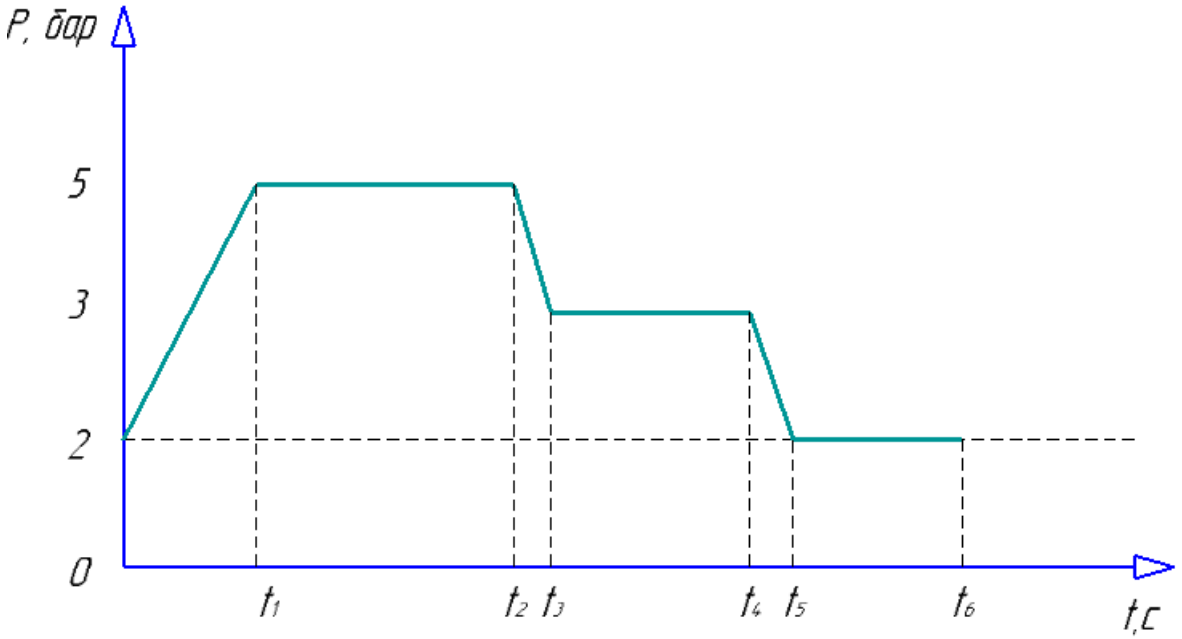


Рис.2.7. Циклограма робочого тиску в шинах модернізованої системи.

З циклограми, зображеної на рис.2.7 видно, що вона така ж я і в попередній системі, а циклограма керуючого тиску принципово відрізняється. Вона зображена на графіку нижче.

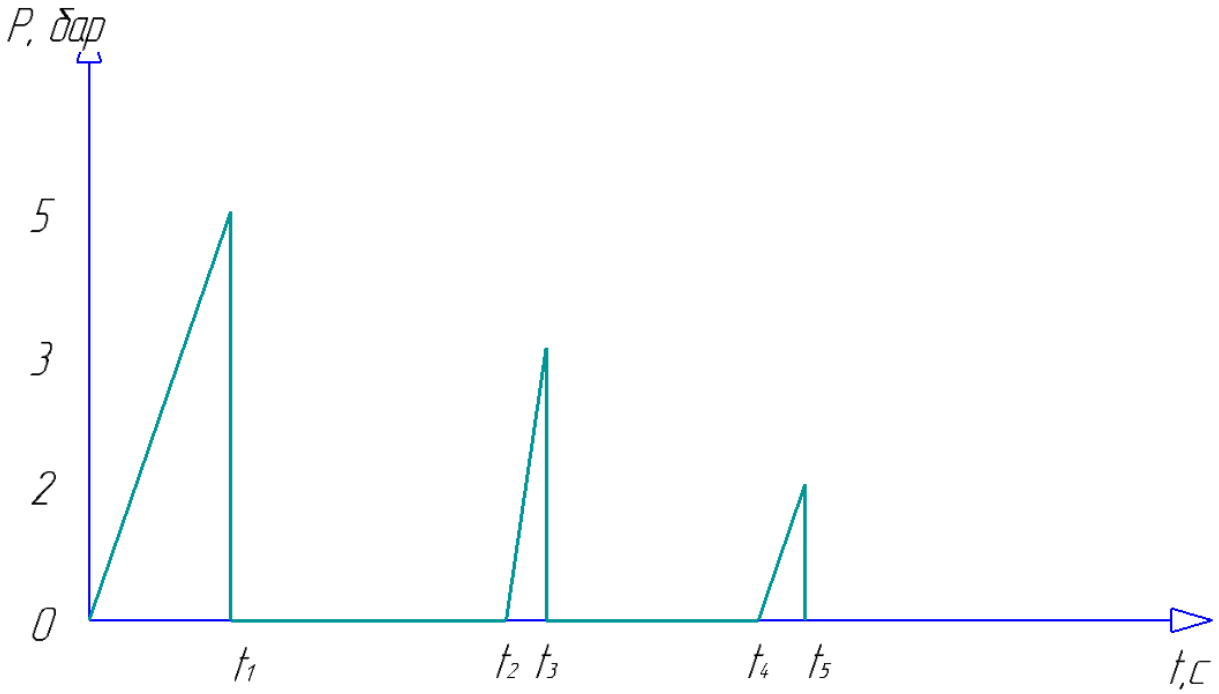


Рис.2.8. Циклограма керуючого тиску.

З рис.2.8. видно, що система працює наступним чином. Для того, щоб накачати шину до 5 бар, подається тиск в магістраль В (рис.2.6), здійснюється зусилля на кромку клапана Д, площа якої збільшена для того, щоб збільшити силу, яка буде діяти на пружину 2, яка вже налаштована на 5 бар, тим самим відкриваючи щілину. Для того, щоб стравити повітря, наприклад, до 3 бар, необхідно подати тиск рівний 3 бар, в порожнину В, зусилля, яке буде діяти на кромку Д , стисне пружину і тиск з шини стравиться до 3 бар.

Така система забезпечить підтримання заданого тиску в шині без постійного підводу повітря, що значно зменшить стравлювання повітря через рухоме з'єднання.

Для того, щоб вибрати розміри кромки Д, необхідно провести розрахунки.

2.1.2. Для автомобілів.

Також розглянемо систему РТШ для автомобілів. Її принципова схема зображена на рис.2.9. Працює система наступним чином. Для налаштування заданого тиску налаштовується пружина 3 через гвинт 2, який жорстко зв'язаний в валом крокового двигуна 1. В положенні, коли підвід 5 перекрито золотником 6 , в порожнині Б, В і шинах - атмосферний тиск. Як тільки золотник зміщується праворуч, за рахунок налаштування пружини кроковим двигуном, утворюється дроселюючий отвір і від компресора тиск потрапляє в шини, коли тиск досягає потрібного значення (контролюється манометром 9) ,камера В наповнюється повітрям, створючи тиск в гідравлічній камері на торцеву частину золотика і зміщує його ліворуч, перекриваючи тим самим дроселюючий отвір і подача повітря в камеру шини 8 припиняється. Ця система слідкуюча і автоматична, в залежності від тиску в шині система автоматично підтримує задане значення тиску, або регулюється від оператора.

Така система дозволяє налаштовувати заданий тиск за рахунок мікроконтроллера, який задає кут повороту крокового двигуна і внаслідок цього зміщується золотник під дією пружини, яка тисне на його торцеву частину. Особливістю даної системи є наявність крокового двигуна, який дає можливість налаштовувати тиск в шинах дистанційно.

Така система також дозволяє підтримувати заданий тиск в шинах за рахунок порівняння показів манометра з потрібним тиском. При зміні тиску, дроселюючий отвір, який утвориться між канавкою і золотником, відкривається і повітря потрапляє до камери шини, або стравлюється. Таким чином в цій системі виконано елемент підтримання заданого тиску.

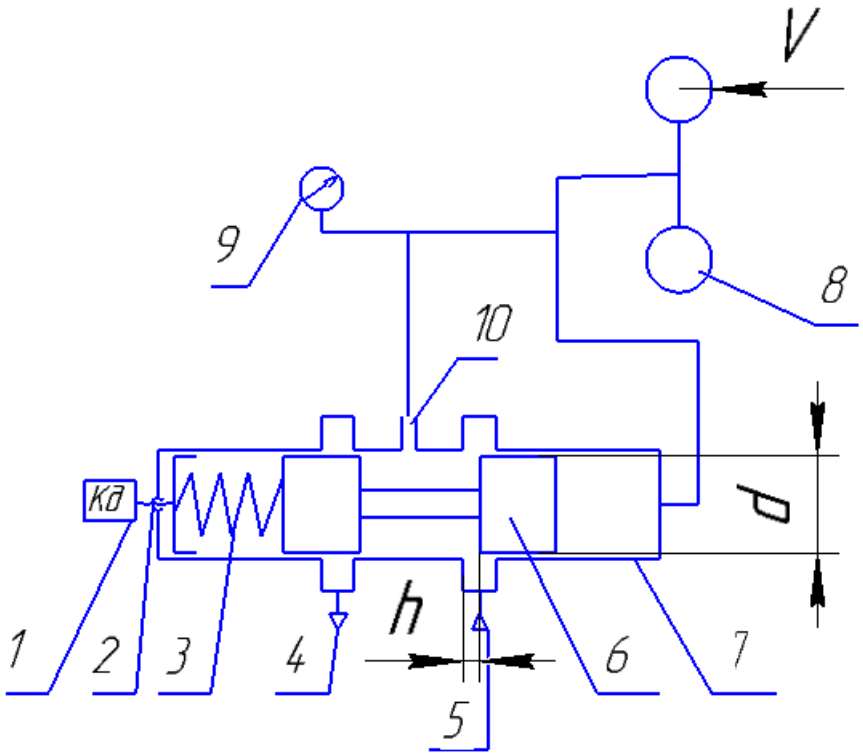


Рис. 2.9. Принципова схема системи автоматичного підтримання тиску в шинах транспортного засобу.

(1 -кроковий двигун, 2 - гвинт, 3 – пружна, 4 – відвід, 5 – підвід , 6 – золотник, 7 – корпус, 8 – шини, 9 – манометр, 10 – підвід в систему шин.)

2.1.3. Аналіз принципових схем для динамічних розрахунків.

Розглянемо принципову схему системи РТШ для автомобілів зображену на рис.2.9 та порівняємо її з принциповою схемою системи РТШ для літаків АН-72, зображеною на рис.2.10.

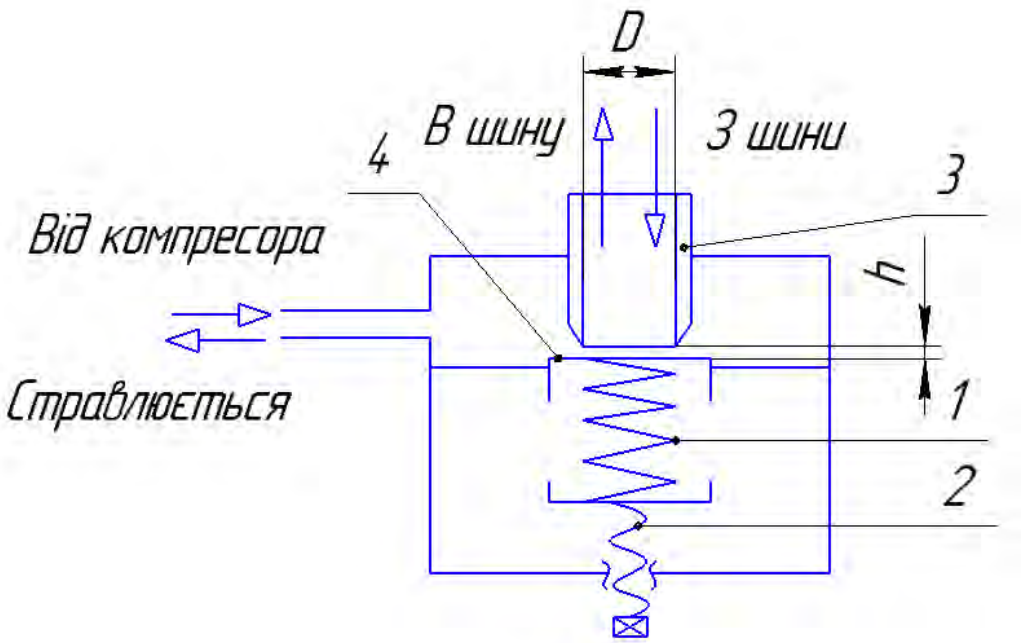


Рис.2.10. Принципова схема клапану системи РТШ для літаків АН-72.
(1 – пружина, 2 – гвинт, 3 – сопло, 4 – заслінка.)

На рис.2.9 клапан золотникового типу з розточкою, основними його параметрами, які необхідні для динамічних розрахунків, є діаметр золотника D, та його переміщення h. На рис.2.10 клапан типу сопло-заслінка, його основними параметрами для динамічного розрахунку є діаметр сопла D, та переміщення заслінки h. Тип утвореної дроселюючої щілини на рис.2.9 та рис.2.10 – однаковий, кільцевий. Тобто для подальших динамічних розрахунків, на швидкість наповнення камери повітрям та на швидкість компенсації втраченого тиску в шині при заданому перепаді тиску, використовуємо тільки діаметр D дроселюючої щілини та її ширину h.

2.2 Розрахунки системи

Першим етапом розрахунків є динамічний розрахунок наповнення камери. Динамічний розрахунок необхідний для того, щоб визначити за який проміжок часу, за певних параметрів конструкції, а саме d – діаметр дроселюючої щілини, h – відкриття дроселюючої щілини, камера шини заданого об’єму наповниться повітрям.

Проаналізувавши графіки залежності часу наповнення від діаметра та переміщення обираються раціональні значення параметрів. Наступним кроком є розрахунок часу компенсації втрати тиску в шині. У разі виникнення проколу камери шини ми повинні знати за яких параметрів клапана та за який час ми зможемо компенсувати втрати тиску та підтримувати заданий рівень тиску в шині. Після обрання потрібного діаметра дроселюючої щілини і її відкриття, потрібно провести розрахунок часу компенсації втрати тиску в шині. Для цього ми розраховуємо час, за який стравлюється тиск через різні діаметри проколів шини і проводимо розрахунки по підбору потрібного відкриття дроселюючої щілини клапана.

2.2.1. Динамічний розрахунок наповнення камери.

Розрахунки проводяться по схемі, зображеній на рис.2.11. Повітря йде від компресора через дроселюючи щілину, яку утворює золотник з кромкою паза при переміщенні праворуч, або сопло з заслінкою, і йде до камери шини.

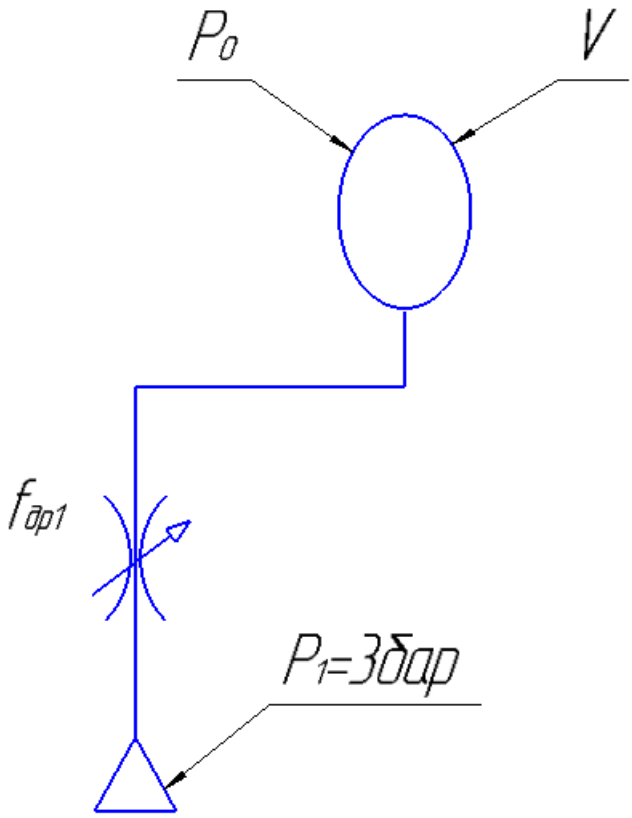


Рис.2.11. Розрахункова схема фрагменту системи для визначення часу наповнення камери шини повітрям.

Задані наступні параметри. Початковий тиск в камері шини атмосферний P_0=1 бар. Тиск від компресора P_1=3бар. Діаметр дроселюючої щілини беремо в діапазоні d = 6...10мм. Переміщення в діапазоні h = 0…0,5мм. Об'єм шини V=0,05; 0,07; 0 ,1 м^3. Знайти час наповнення камери шини та побудувати графіки залежності часу від площі поперечного перерізу дроселя та окремо від діаметра та переміщення (відкриття дроселюючої щілини).

Час наповнення робочої порожнини визначається із виразу (2.1):

$$t_{нап}=3{,}62\cdot10^{-3}\frac{V}{f_{др1}}[\psi_1(\sigma_р)-\psi_2(\sigma_а)]\ , \qquad (2.1)$$

де $V_{p\ min}$ - мінімальний розрахунковий об'єм камери шини; $f_э$ - ефективна площа прохідного перетину лінії підводу; $\sigma = p/p_м$ - безрозмірний тиск в робочій порожнині, що є відношення поточного тиску в цій порожнині до тиску, що підводиться від живлення; $\sigma_a = p_a / p_м$ - безрозмірний тиск, що відповідає початку наповнення; $\sigma_р = p_р/p_м$- безрозмірний тиск в кінці підготовчого періоду; $\psi_1(\sigma_p), \psi_1(\sigma_a)$ - функції тиску, що визначаються згідно графіку на рис.2.12.

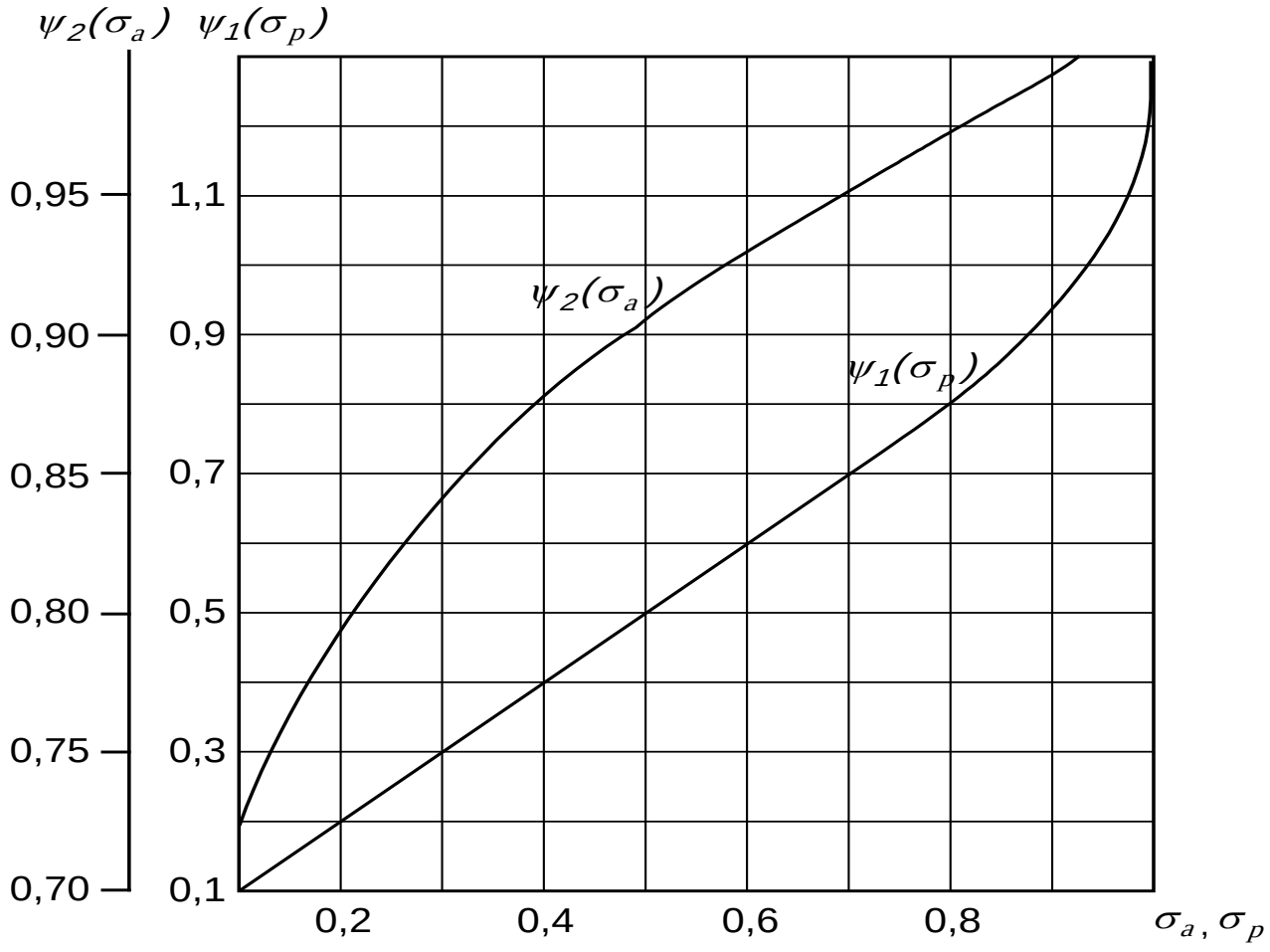


Рис.2.12. Залежність функції тиску $\psi_1(\sigma_p), \psi_1(\sigma_a)$ від безрозмірного тиску $\sigma_р, \sigma_а$.

В розрахунках приймемо кільцеву форму дроселюючої щілини. Формула площі поперечного перерізу дроселя :

$$f_{др1}=\pi dh\ , \qquad (2.2)$$

де h – зміщення золотника, d –діаметр золотника.

Розраховуємо площі поперечного перерізу дроселюючої щілини за формулою (2.2), змінюючи h в діапазоні від 0.1мм до 0.5мм з кроком в 0.1 мм, та змінюючи d в діапазоні від 6 мм, до 10 мм з кроком в 1 мм, скориставшись програмою Exel.

Результати розрахунків наведені нижче в таблицях : 2.1; 2.2; 2,3; 2,4; 2,5.

Таблиця 2.1.

Зміна площі поперечного перерізу $f_{др.}$ при змінному діаметрі d та переміщенні h=0,1.

h,мм	d,мм	fe,мм^2
0,1	6	1,884
0,1	7	2,198
0,1	8	2,512
0,1	9	2,826
0,1	10	3,14

Таблиця 2.2.

Зміна площі поперечного перерізу $f_{др.}$ при змінному діаметрі d та переміщенні h=0,2.

h,мм	d,мм	fe,мм^2
0,2	6	3,768
0,2	7	4,396
0,2	8	5,024
0,2	9	5,652
0,2	10	6,28

Таблиця.2.3.

Зміна площі поперечного перерізу $f_{др.}$ при змінному діаметрі d та переміщенні h=0,3.

h,мм	d,мм	fe,мм^2
0,3	6	5,652
0,3	7	6,594
0,3	8	7,536
0,3	9	8,478
0,3	10	9,42

Таблиця 2.4.

Зміна площі поперечного перерізу $f_{др.}$ при змінному діаметрі d та переміщенні h=0,4.

h,мм	d,мм	fe,мм^2
0,4	6	7,536
0,4	7	8,792
0,4	8	10,048
0,4	9	11,304
0,4	10	12,56

Таблиця 2.5.

Зміна площі поперечного перерізу $f_{др.}$ при змінному діаметрі d та переміщенні h=0,5.

h,мм	d,мм	fe,мм^2
0,5	6	9,42
0,5	7	10,99
0,5	8	12,56
0,5	9	14,13
0,5	10	15,7

На базі приведених вище розрахунків побудуємо графік (рис.2.13) залежності площі поперечного перерізу дроселюючої щілини від діаметру дроселюючої щілини, при змінних значеннях її відкиття.

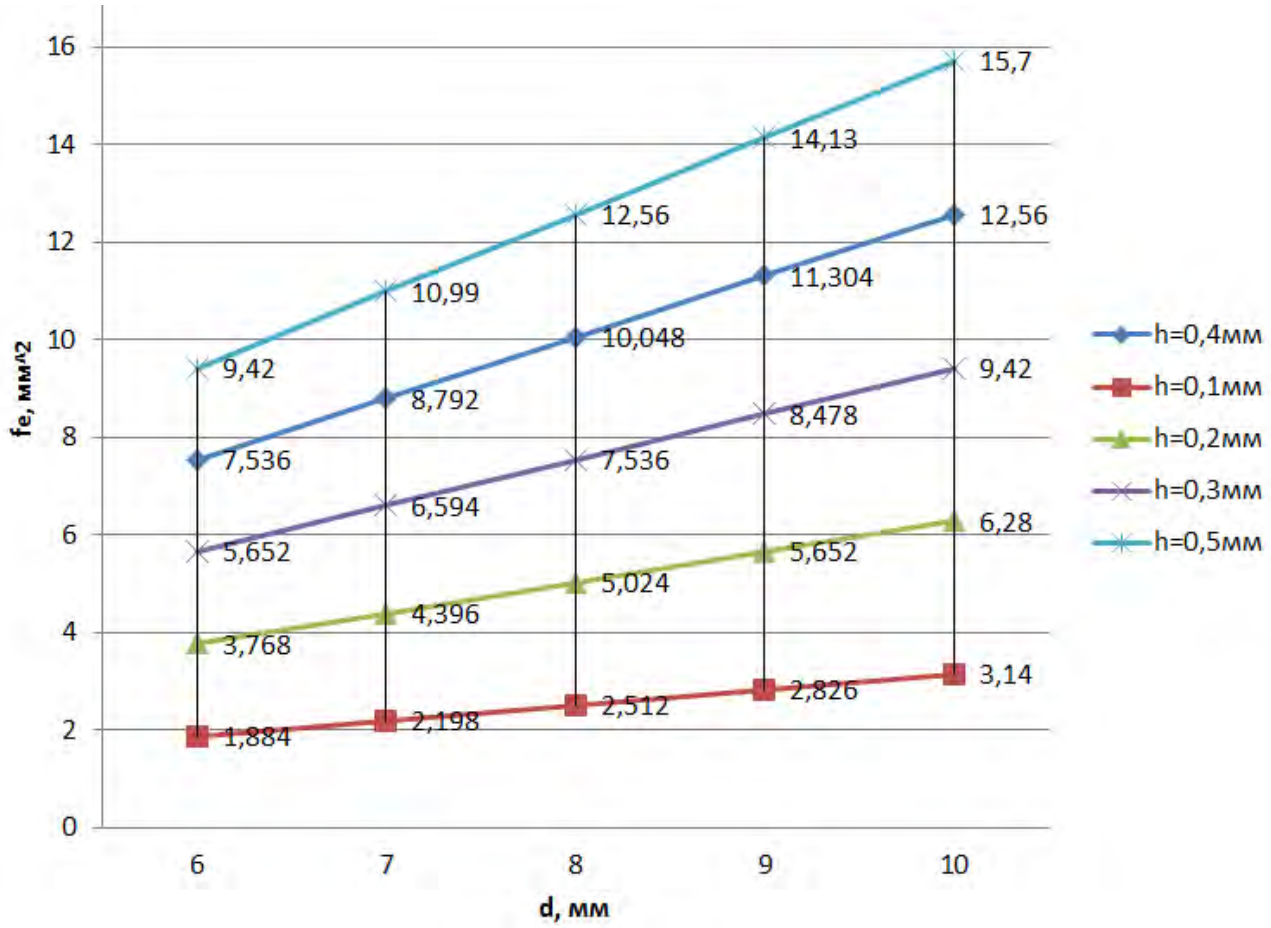


Рис. 2.13. Графік залежності fe від d при різних значеннях h.

Наступним етапом є розрахунок площі поперечного перерізу за формулою (2.2) при сталих значеннях d та змінних значеннях h. Розрахунки приведені нижче в таблицях: 2,6; 2,7; 2,8; 2,9; 2,10.

Таблиця 2.6

Зміна площі поперечного перерізу $f_{др.}$ при змінному переміщенні h, та сталому діаметру d=6мм.

d,мм	h,мм	fe,мм^2
6	0,1	1,884
6	0,2	3,768
6	0,3	5,652
6	0,4	7,536
6	0,5	9,42

Таблиця 2.7

Зміна площі поперечного перерізу $f_{др.}$ при змінному переміщенні h, та сталому діаметру d=7мм.

d,мм	h,мм	fe,мм^2
7	0,1	2,198
7	0,2	4,396
7	0,3	6,594
7	0,4	8,792
7	0,5	10,99

Таблиця 2.8

. Зміна площі поперечного перерізу $f_{др.}$ при змінному переміщенні h, та сталому діаметру d=8мм.

d,мм	h,мм	fe,мм^2
8	0,1	2,512
8	0,2	5,024
8	0,3	7,536
8	0,4	10,048
8	0,5	12,56

Таблиця 2.9

Зміна площі поперечного перерізу $f_{др.}$ при змінному переміщенні h, та сталому діаметру d=9мм.

d,мм	h,мм	fe,мм^2
9	0,1	2,826
9	0,2	5,652
9	0,3	8,478
9	0,4	11,304
9	0,5	14,13

Таблиця 2.10

Зміна площі поперечного перерізу $f_{др.}$ при змінному переміщенні h, та сталому діаметру d=10мм.

d,мм	h,мм	fe,мм^2
10	0,1	3,14
10	0,2	6,28
10	0,3	9,42
10	0,4	12,56
10	0,5	15,7

Побудуємо графік залежності площі поперечного перерізу дроселюючої щілини від зміщення золотника, при змінних значеннях його діаметру (рис.2.14).

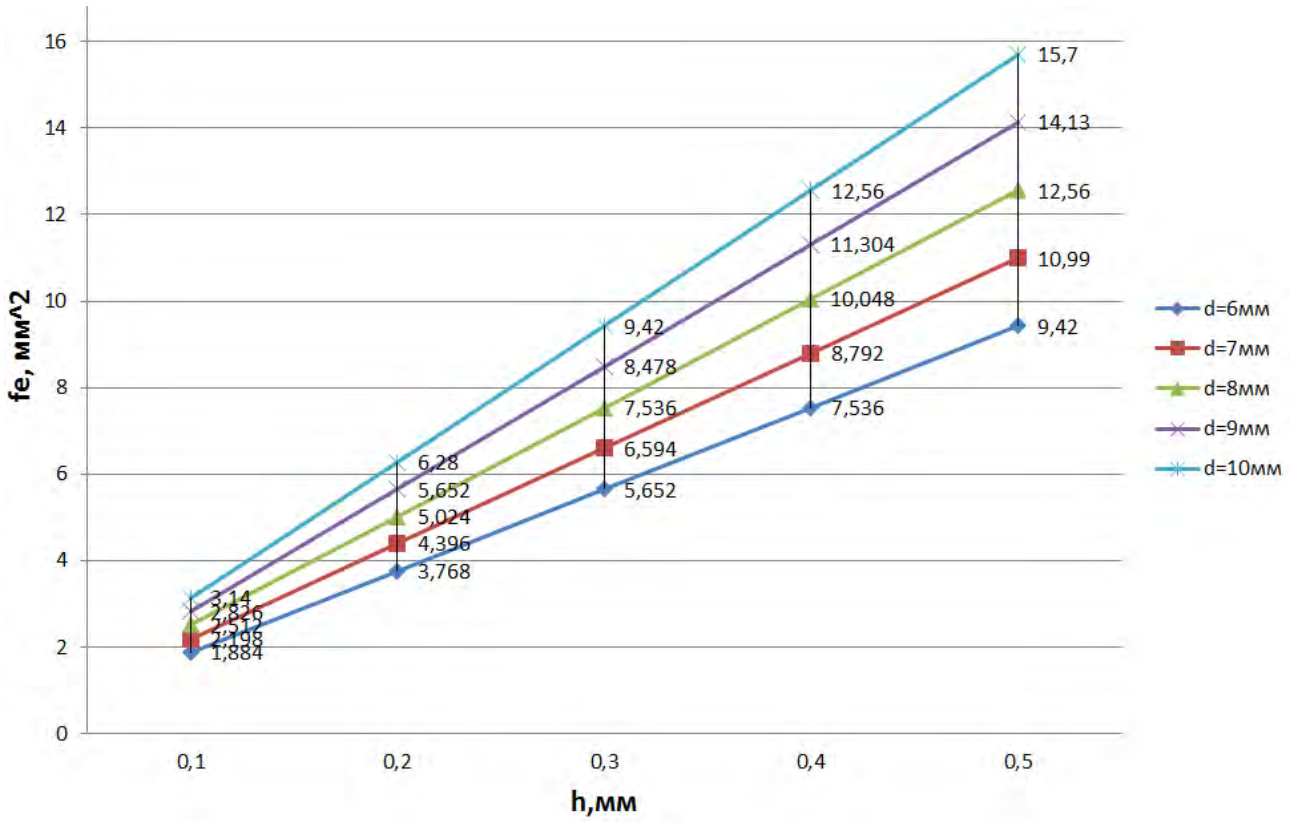


Рис. 2.14. Графік залежності площі поперечного перерізу fe від переміщення h при різних значеннях діаметра d.

Зробивши розрахунки на залежність площі поперечного перерізу дроселюючої щілини кільцевої форми від сталих значень переміщення і змінного діаметра та навпаки, залежність площі поперечного перерізу від сталих значень діаметра та змінних значень переміщення, можна зробити висновки, що діаметр значно більше впливає а площу поперечного перерізу, ніж значення переміщення.

Маючи площі поперечного перерізу дроселя та об'єми шини V=0,05; 0,07; 0,1 м^3 , знаходимо час наповнення камери шини за формулою (2.1). За графіком, зображеним на рис.2.12 визначаємо $\psi_1(\sigma_p), \psi_1(\sigma_a)$, де $\sigma_p = \frac{3бар}{3бар} = 1$, $\sigma_a = \frac{1бар}{3бар} = 0,33$. Отже $\psi_1 = 0,85$ $\psi_2 = 1,2$. Розрахунки для камери шини з об'ємом 0,05м^3 наведено нижче в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Розрахунок часу наповнення камери шини при різних площах поперечного перерізу $f_{др.}$ для шини з об'ємом V=0,0,5м^3.

d,мм	h,мм	fe,10^6мм^2	tнап.,с
6	0,1	1,884	33,625
7	0,1	2,198	28,822
8	0,1	2,512	25,219
9	0,1	2,826	22,417
10	0,1	3,14	20,175
6	0,2	3,768	16,813
7	0,2	4,396	14,411
8	0,2	5,024	12,609
9	0,2	5,652	11,208
6	0,3	5,652	11,208
10	0,2	6,28	10,088
7	0,3	6,594	9,6072
8	0,3	7,536	8,4063
6	0,4	7,536	8,4063
9	0,3	8,478	7,4723
7	0,4	8,792	7,2054
6	0,5	9,42	6,7251
10	0,3	9,42	6,7251
8	0,4	10,048	6,3047
7	0,5	10,99	5,7643
9	0,4	11,304	5,6042
8	0,5	12,56	5,0438
10	0,4	12,56	5,0438
9	0,5	14,13	4,4834
10	0,5	15,7	4,035

Будуємо графік залежності часу наповнення камери шини $t_{нап.}$ від площі поперечного перерізу $f_{др}$, при об'ємі шини V=0,05 $м^3$ на основі розрахунків наведених вище, рис.2.15.

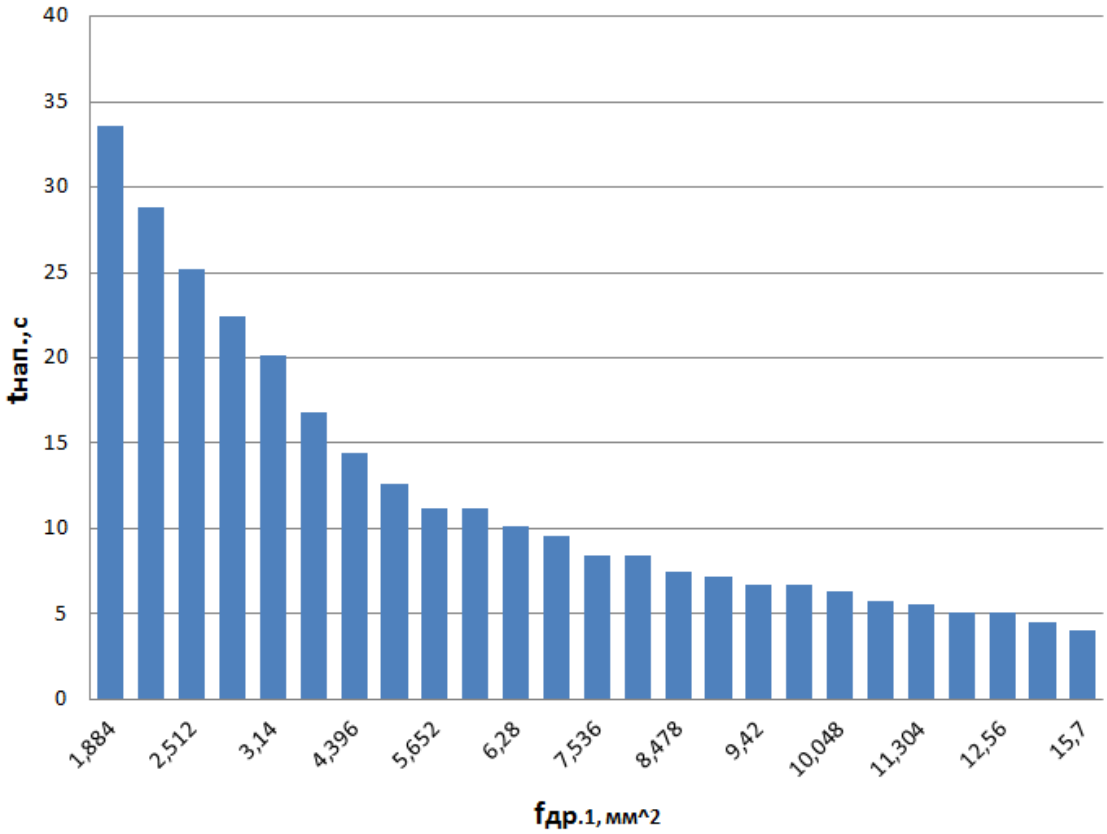


Рис.2.15. Графік залежності часу наповнення $t_{нап.}$ від площі поперечного перерізу $f_{др}$ та камери шини V=0,05$м^3$.

Аналогічні розрахунки проводимо для камер шин з об'ємом V=0,07$м^3$. Розрахунки приведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12

Розрахунок часу наповнення камери шини при різних площах поперечного перерізу $f_{др.}$ для шини з об'ємом V=0,0,7м^3.

d,мм	h,мм	fe,10^6мм^2	tнап.,с
6	0,1	1,884	47,075
7	0,1	2,198	40,35
8	0,1	2,512	35,307
9	0,1	2,826	31,384
10	0,1	3,14	28,245
6	0,2	3,768	23,538
7	0,2	4,396	20,175
8	0,2	5,024	17,653
6	0,3	5,652	15,692
9	0,2	5,652	15,692
10	0,2	6,28	14,123
7	0,3	6,594	13,45
8	0,3	7,536	11,769
6	0,4	7,536	11,769
9	0,3	8,478	10,461
7	0,4	8,792	10,088
6	0,5	9,42	9,4151
10	0,3	9,42	9,4151
8	0,4	10,048	8,8266
7	0,5	10,99	8,0701
9	0,4	11,304	7,8459
8	0,5	12,56	7,0613
10	0,4	12,56	7,0613
9	0,5	14,13	6,2767
10	0,5	15,7	5,649

Будуємо графік залежності часу наповнення камери шини $t_{нап.}$ від площі поперечного перерізу $f_{др}$, при об'ємі шини V=0,05 $м^3$ на основі розрахунків наведених вище, рис.2.16.

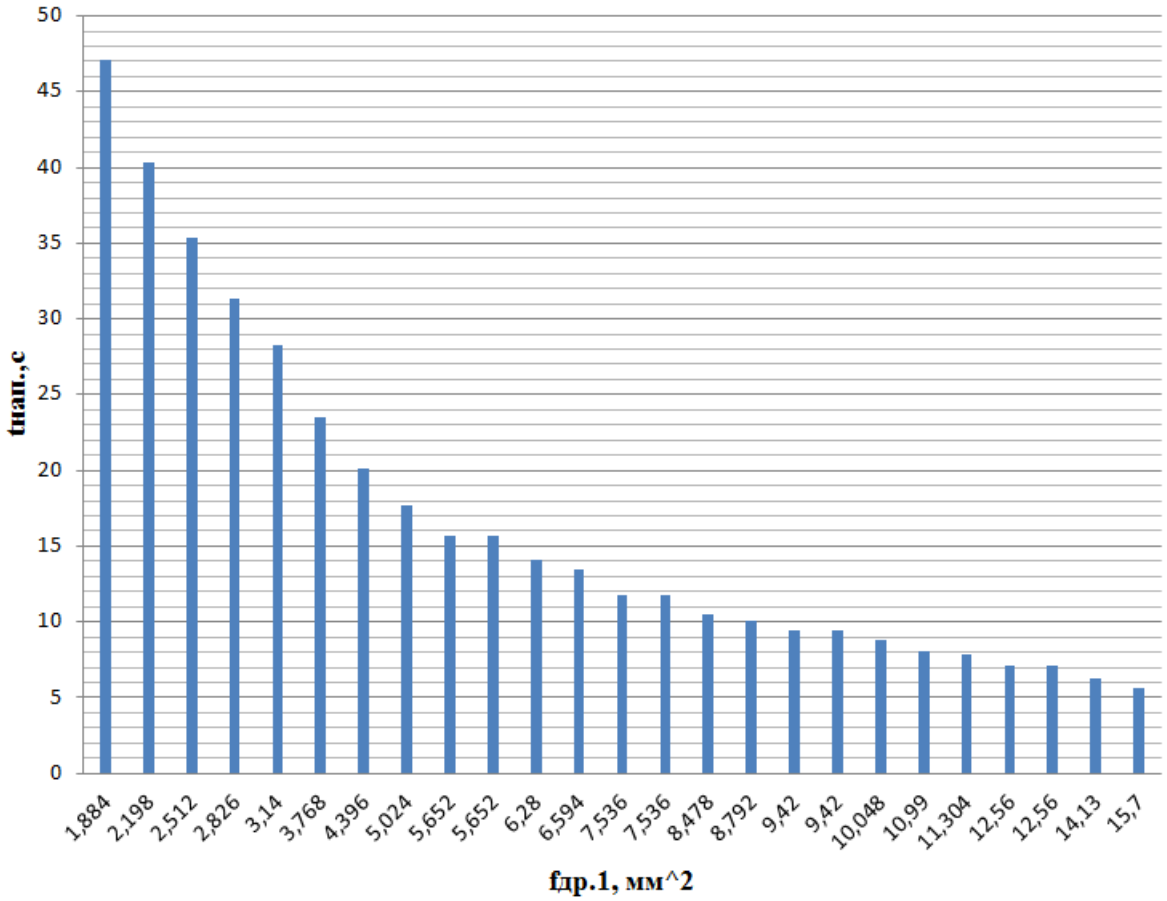


Рис.2.16. Графік залежності часу наповнення $t_{нап.}$ від площі поперечного перерізу $f_{др}$ та камери шини V=0,07$м^3$.

Розрахунки для камери шини з об'ємом V=0,1$м^3$ наведені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

Розрахунок часу наповнення камери шини при різних площах поперечного перерізу $f_{др.}$ для шини з об'ємом V=0,1м^3.

d,мм	h,мм	fe,10^6мм^2	tнап.,с
6	0,1	1,884	67,251
7	0,1	2,198	57,643
8	0,1	2,512	50,438
9	0,1	2,826	44,834
10	0,1	3,14	40,35
6	0,2	3,768	33,625
7	0,2	4,396	28,822
8	0,2	5,024	25,219
9	0,2	5,652	22,417
6	0,3	5,652	22,417
10	0,2	6,28	20,175
7	0,3	6,594	19,214
8	0,3	7,536	16,813
6	0,4	7,536	16,813
9	0,3	8,478	14,945
7	0,4	8,792	14,411
6	0,5	9,42	13,45
10	0,3	9,42	13,45
8	0,4	10,048	12,609
7	0,5	10,99	11,529
9	0,4	11,304	11,208
8	0,5	12,56	10,088
10	0,4	12,56	10,088
9	0,5	14,13	8,9667
10	0,5	15,7	8,0701

Будуємо графік (рис.2.17) залежності часу наповнення камери шини $t_{нап.}$ від площі поперечного перерізу $f_{др}$, при об'ємі шини V=0,05 $м^3$ на основі розрахунків наведених вище.

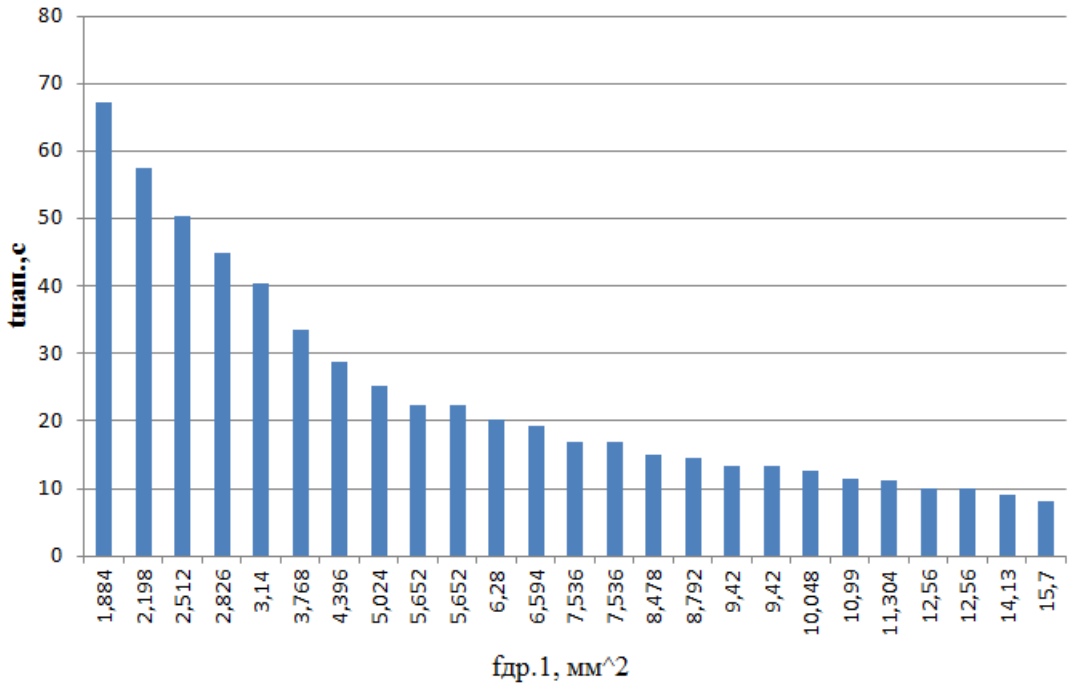


Рис.2.17. Графік залежності часу наповнення $t_{нап.}$ від площі поперечного перерізу $f_{др}$ та камери шини V=0,1$м^3$.

Проаналізувавши графіки залежності часу наповнення $t_{нап.}$ від площі поперечного перерізу $f_{др}$ можна помітити, що залежність не параболічна, а має фрагменти з однаковим значенням площі поперечного перерізу, відповідно час наповнення камери шини в цих випадках також однаковій. Це обумовлено тим, що при певному відкритті дроселя, можна підібрати таке значення діаметра, і навпаки при заданому значенні діаметра, певне відкриття дроселя, що площа перерізу буде однаковою. Цю закономірність можна побачити на графіках, зображених на рис.2.13 та рис.2.14. Зі збільшенням площі перерізу дроселюючої щілини час наповнення камери шини зменшується. Враховуючи той факт, що система буде працювати в режимі швидкого наповнення шини, при можливому проколі колеса,

доцільним буде обрати найбільший діаметр, тобто d=10мм. Хід золотника буде задавати пружина, діапазон ходу золотника можна обрати в межах від 0 до 1мм, для зменшення часу наповнення камери шини, при необхідності.

2.2.2.Розрахунок часу компенсації втрати тиску в шині.

Розрахунки проводяться по схемі, зображеній на рис.2.18, для розрахунку часу компенсації втрати тиску в шині додаємо до схеми, зображеної на рис.2.11, дросель $f_{др.2}$, який умовно є пробоєм в шині. Повітря йде від компресора через дроселюючи щілину, яку утворює золотник з кромкою паза при переміщенні праворуч і йде до камери шини, а виходить з камери через прокол, який ми розглядаємо як дросель.

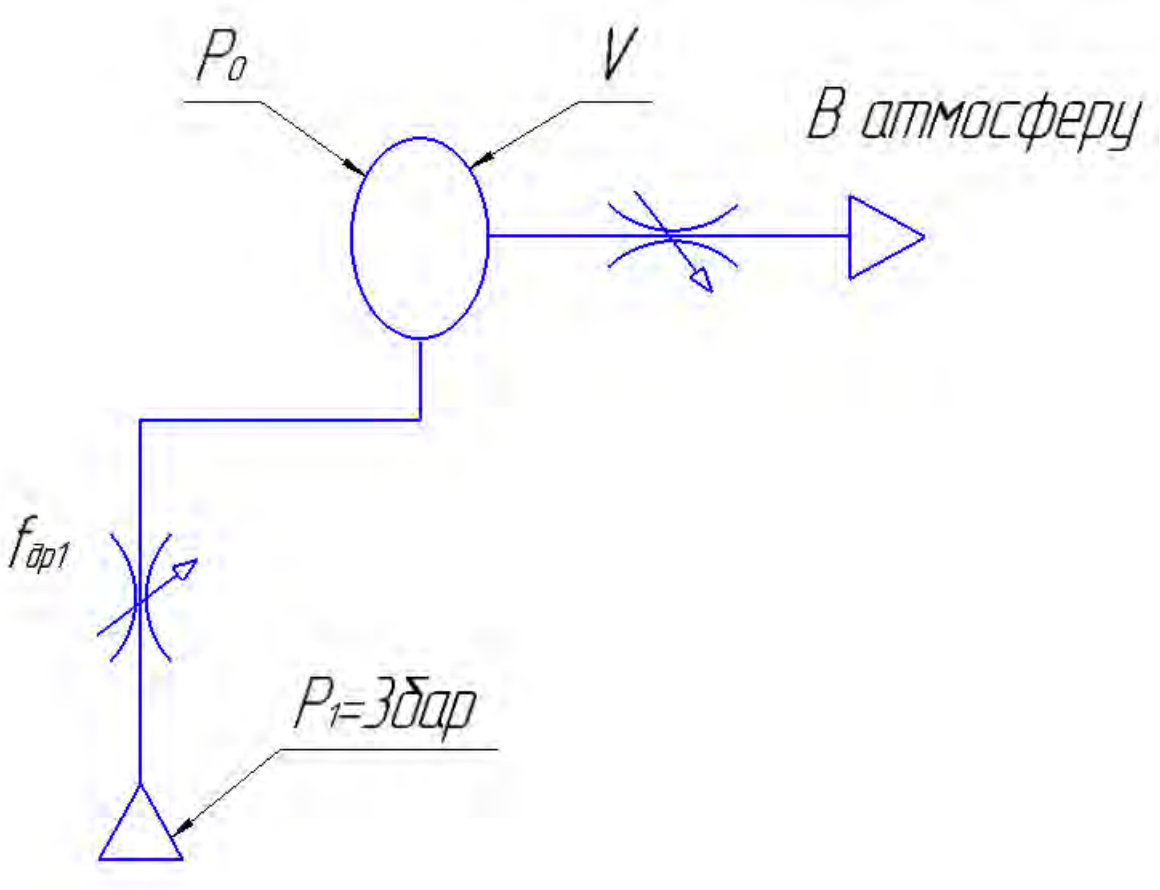


Рис.2.18. Розрахункова схема фрагменту системи для визначення часу компенсації втрати тиску в шині.

Задані наступні параметри. Початковий тиск в камері шини P_0= 3бар. Тиск від компресора P_1=3 бар. Діаметр золотника беремо в діапазоні d = 6...10мм. Переміщення золотника в діапазоні h = 0…1мм. Об'єм шини V=0,05; 0,07; 0 ,1 м^3. Діаметри пробою $f_{др2}$ в діапазоні від 0,01мм до 0,5мм. Знайти час спорожнення камери шини та побудувати графіки залежності часу від площі поперечного перерізу дроселя та окремо від діаметра та переміщення золотника при різних діаметрах пробою та зменшенні тиску на 0,5бар.

Час спорожнення робочої порожнини визначається із виразу:

$$t_{оп} = 2.53 \cdot 10^{-2} \frac{V_{рв}}{f_{ве} \cdot \sigma_a^{\frac{k-1}{2k}}} \left[\psi_2 \left(\sigma_{вр} \right) - \psi_2 \left(\sigma_a \right) \right]. \qquad (2.3)$$

Тут $V_{рв}$ - розрахунковий об'єм порожнини вихлопу, $\sigma_1 = p_a / p_в$ - безрозмірний тиск в порожнині вихлопу, що є відношенням атмосферного тиску p_a до поточного значення тиску у цій порожнині, $\sigma_a = \sigma_{ва} = p_a / p_м$ - безрозмірний тиск в порожнині вихлопу на початку спорожнення, $\sigma_{вр} = p_a / p_{вр}$ - безрозмірний тиск в порожнині вихлопу вкінці спорожнення камери шини, $\psi_2(\sigma_{вр}), \psi_2(\sigma_a)$ - функції тиску в порожнині тиску, що визначається згідно графіка на рис. 2.18. Показник адіабатного процесу k = 1,4.

В даному випадку $\sigma_a = \frac{3 \text{ бар}}{2{,}5 \text{ бар}} = 1{,}2$, $\sigma_{вр.} = \frac{3 \text{ бар}}{3 \text{ бар}} = 1$. Тоді $\psi_1(\sigma_{вр})$=1,2,

$\psi_1(\sigma_a) = \infty$.

З графіку, зображеному на рис.2.18, видно, що повітря рухається в надкритичному режимі. Отже даний метод рзрахунку системи на спорожнення не підходить.

Оберемо наступну методику розрахунку.

Знаходимо час наповнення з відношення маси повітря m, яке стравилося через прокол в шині з площею поперечного перерізу $f_{др.2}$ в діапазоні від 0,1 до 16 мм^2, до масової витрати G за формулою (2.4).

$$t_{\text{сп.}} = \frac{m}{\text{G}} \quad , \tag{2.4}$$

Масу m знаходимо за формулою (2.5).

$$m = \gamma \cdot V_2 \quad , \tag{2.5}$$

де γ - питома вага, яка знаходиться за формулою (2.6), де $R = 287 \frac{Дж}{кг \cdot К}$ - універсальна газова стала, $T = 293К$ - температура.

$$\gamma = \frac{P}{RT} = \frac{300000Па}{287 \frac{Дж}{кг \cdot К} \cdot 293К} = 3,57 \frac{кг}{м^3}, \tag{2.6}$$

де V_2 – об’єм втраченого повітря з камери шини знаходимо з формули (2.7) відношення втраченого повітря до початкового об’єму $V_{\text{поч.}}$, яке рівне відношенню різниці тиску в камері шини на початку стравлювання і вкінці $\triangle P = 3бар - 2,5бар = 0,5бар.$, до стравленого тиску P_0 =2,5бар , V – об’єм шини.

$$\frac{V_2}{V_k} = \frac{\triangle P}{P_0}$$
$$V_2 = \frac{\triangle P \cdot V_k}{P_0} \qquad (2.7)$$

Скориставшись програмою Exel розрахуємо об'єм V_2 для різних об'ємів шин за формулою (2.7). Розрахунки наведені нижче в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14

Розрахунки об'єм V_2 для різних об'ємів шин.

V , м^3	m , кг
0,05	0,1785
0,07	0,2499
0,1	0,357

Тепер можна розрахувати масу для різних камер шин. Скориставшись програмою Exel розрахуємо масу m для різних об'ємів шин за формулою (5). Результати приведені в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15

Розрахунки маси m для різних об'ємів шин.

Vk , м^3	V2, м^3	m , кг
0,05	0,01	0,0357
0,07	0,014	0,05
0,1	0,02	0,0714

Наступним кроком при розрахунку часу спорожнення камери шини є знаходження масової витрати G за формулою (2.8), де μ=0,97 - коефіцієнт витрати, $f_{др.2}$ – площа поперечного перерізу проколу, P_0 = 3бар - тиск в шині, $R = 287\frac{Дж}{кг \cdot К}$ - універсальна газова стала, $T = 293K$ - температура, показник адіабатного процесу k = 1,4.

$$G = \mu f_{др.2} P_0 \sqrt{\frac{2k}{RT(k+1)} \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{2}{k-1}}} \quad (2.8)$$

Скориставшись програмою Exel проведемо розрахунки масової витрати G для різних площ поперечного перерізу $f_{др.2}$ для шин з об'ємом V_k=0,05м^3, 0,07м^3 , 0,1м^3 , за формулою (2.8). Розрахунки наведені нижче в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16

Розрахунки масової витрати G для різних площ поперечного перерізу $f_{др.2.}$

fe,м^2	G
0,0000005	0,0003435
0,000001	0,000687
0,0000015	0,0010305
0,000002	0,001374
0,0000025	0,0017175
0,000003	0,002061
0,0000035	0,0024045
0,000004	0,002748
0,0000045	0,0030915
0,000005	0,003435
0,0000055	0,0037785
0,000006	0,004122
0,0000065	0,0044655
0,000007	0,004809
0,0000075	0,0051525
0,000008	0,005496
0,0000085	0,0058395
0,000009	0,006183
0,0000095	0,0065265
0,00001	0,00687
0,0000105	0,0072135
0,000011	0,007557
0,0000115	0,0079005
0,000012	0,008244
0,0000125	0,0085875

Маючи розрахунок масової витрати G та маси повітря m, яке стравилося через прокол в шині з площею поперечного перерізу $f_{др.2}$ в діапазоні від 0,5мм^2 до 12,5 мм^2, можемо провести розрахунки часу спорожнення камери шини з об'ємом V=0,05м^2 за формулою (2.4). Розрахунки приведені нижче в таблиці 2.17.

Таблиця 2.17

Розрахунки часу спорожнення камери шини з об’ємом V=0,05м^2

$F_{др2}$,м^2	G	m,кг	t,с
0,0000005	0,0003435	0,036	104,8035
0,000001	0,000687	0,036	52,40175
0,0000015	0,0010305	0,036	34,9345
0,000002	0,001374	0,036	26,20087
0,0000025	0,0017175	0,036	20,9607
0,000003	0,002061	0,036	17,46725
0,0000035	0,0024045	0,036	14,97193
0,000004	0,002748	0,036	13,10044
0,0000045	0,0030915	0,036	11,64483
0,000005	0,003435	0,036	10,48035
0,0000055	0,0037785	0,036	9,52759
0,000006	0,004122	0,036	8,733624
0,0000065	0,0044655	0,036	8,061807
0,000007	0,004809	0,036	7,485964
0,0000075	0,0051525	0,036	6,9869
0,000008	0,005496	0,036	6,550218
0,0000085	0,0058395	0,036	6,164911
0,000009	0,006183	0,036	5,822416
0,0000095	0,0065265	0,036	5,515973
0,00001	0,00687	0,036	5,240175
0,0000105	0,0072135	0,036	4,990643
0,000011	0,007557	0,036	4,763795
0,0000115	0,0079005	0,036	4,556674
0,000012	0,008244	0,036	4,366812
0,0000125	0,0085875	0,036	4,19214

На базі отриманих даних будуємо графік (рис.2.19) залежності часу спорожнення камери шини при різних площах поперечного перерізу дроселюючи щілин утворених внаслідок проколу шини.

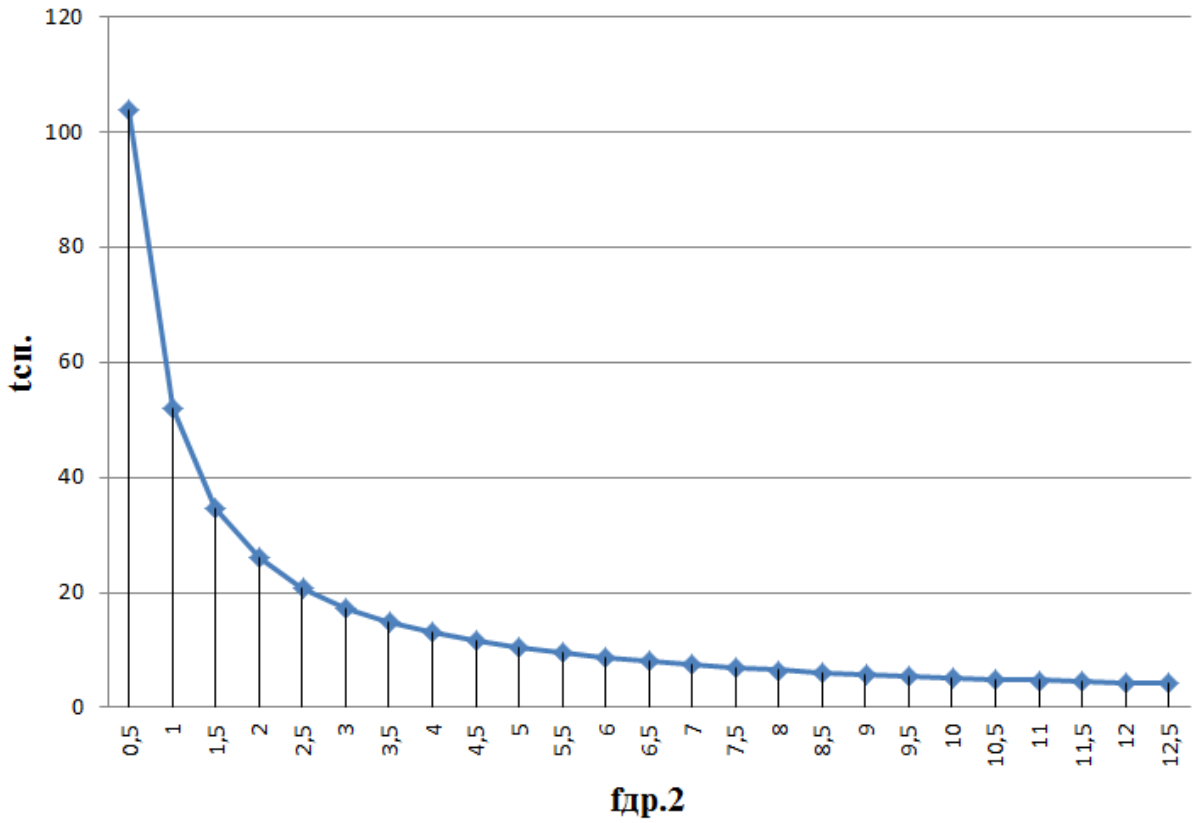


Рис.2.19. Графік залежності часу спорожнення $t_{сп.}$ від площі поперечного перерізу $f_{др.2}$ та камери шини V=0,05м^3.

Аналогічно до попередніх розрахунків, проводимо розрахунки для камер шин інших об'ємів. Маючи розрахунок масової витрати G та маси повітря m, яке стравилося через прокол в шині з площею поперечного перерізу $f_{др.2}$ в діапазоні від 0,5мм^2 до 12,5 мм^2, можемо провести розрахунки часу спорожнення камери шини з об'ємом V=0,07м^2 за формулою (2.4). Розрахунки приведені нижче в таблиці 2.18.

Таблиця 2.18

Розрахунки часу спорожнення камери шини з об’ємом V=0,07м^2.

fe,м^2	G	m,кг	t,c
0,0000005	0,0003435	0,05	145,56
0,000001	0,000687	0,05	72,78
0,0000015	0,0010305	0,05	48,52
0,000002	0,001374	0,05	36,39
0,0000025	0,0017175	0,05	29,112
0,000003	0,002061	0,05	24,26
0,0000035	0,0024045	0,05	20,794
0,000004	0,002748	0,05	18,195
0,0000045	0,0030915	0,05	16,173
0,000005	0,003435	0,05	14,556
0,0000055	0,0037785	0,05	13,233
0,000006	0,004122	0,05	12,13
0,0000065	0,0044655	0,05	11,197
0,000007	0,004809	0,05	10,397
0,0000075	0,0051525	0,05	9,704
0,000008	0,005496	0,05	9,0975
0,0000085	0,0058395	0,05	8,5624
0,000009	0,006183	0,05	8,0867
0,0000095	0,0065265	0,05	7,6611
0,00001	0,00687	0,05	7,278
0,0000105	0,0072135	0,05	6,9314
0,000011	0,007557	0,05	6,6164
0,0000115	0,0079005	0,05	6,3287
0,000012	0,008244	0,05	6,065
0,0000125	0,0085875	0,05	5,8224

На базі отриманих даних будуємо графік (рис.2.20) залежності часу спорожнення камери шини при різних площах поперечного перерізу дроселюючи щілин утворених внаслідок проколу шини.

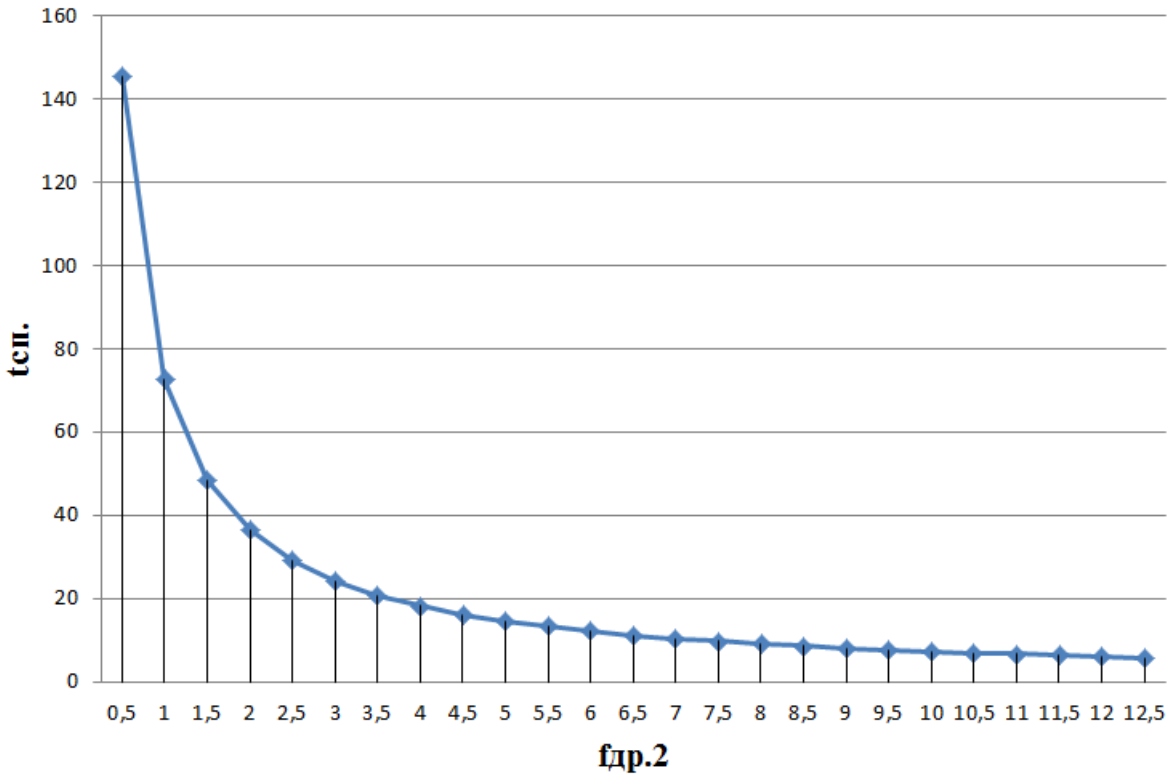


Рис.2.20. Графік залежності часу спорожнення $t_{сп.}$ від площі поперечного перерізу $f_{др.2}$ та камери шини V=0,07м^3.

Маючи розрахунок масової витрати G та маси повітря m, яке стравилося через прокол в шині з площею поперечного перерізу $f_{др.2}$ в діапазоні від 0,5мм^2 до 12,5 мм^2, можемо провести розрахунки часу спорожнення камери шини з об'ємом V=0,01м^2 за формулою (2.4). Розрахунки приведені нижче в таблиці 2.19.

Таблиця 2.19

Розрахунки часу спорожнення камери шини з об’ємом V=0,01м^2

$F_{др2}$, м^2	G	m,кг	t,с
0,0000005	0,0003435	0,071	206,7
0,000001	0,000687	0,071	103,35
0,0000015	0,0010305	0,071	68,899
0,000002	0,001374	0,071	51,674
0,0000025	0,0017175	0,071	41,339
0,000003	0,002061	0,071	34,449
0,0000035	0,0024045	0,071	29,528
0,000004	0,002748	0,071	25,837
0,0000045	0,0030915	0,071	22,966
0,000005	0,003435	0,071	20,67
0,0000055	0,0037785	0,071	18,791
0,000006	0,004122	0,071	17,225
0,0000065	0,0044655	0,071	15,9
0,000007	0,004809	0,071	14,764
0,0000075	0,0051525	0,071	13,78
0,000008	0,005496	0,071	12,918
0,0000085	0,0058395	0,071	12,159
0,000009	0,006183	0,071	11,483
0,0000095	0,0065265	0,071	10,879
0,00001	0,00687	0,071	10,335
0,0000105	0,0072135	0,071	9,8427
0,000011	0,007557	0,071	9,3953
0,0000115	0,0079005	0,071	8,9868
0,000012	0,008244	0,071	8,6123
0,0000125	0,0085875	0,071	8,2678

На базі отриманих даних будуємо графік (рис.2.21) залежності часу спорожнення камери шини при різних площах поперечного перерізу дроселюючи щілин утворених внаслідок проколу шини.

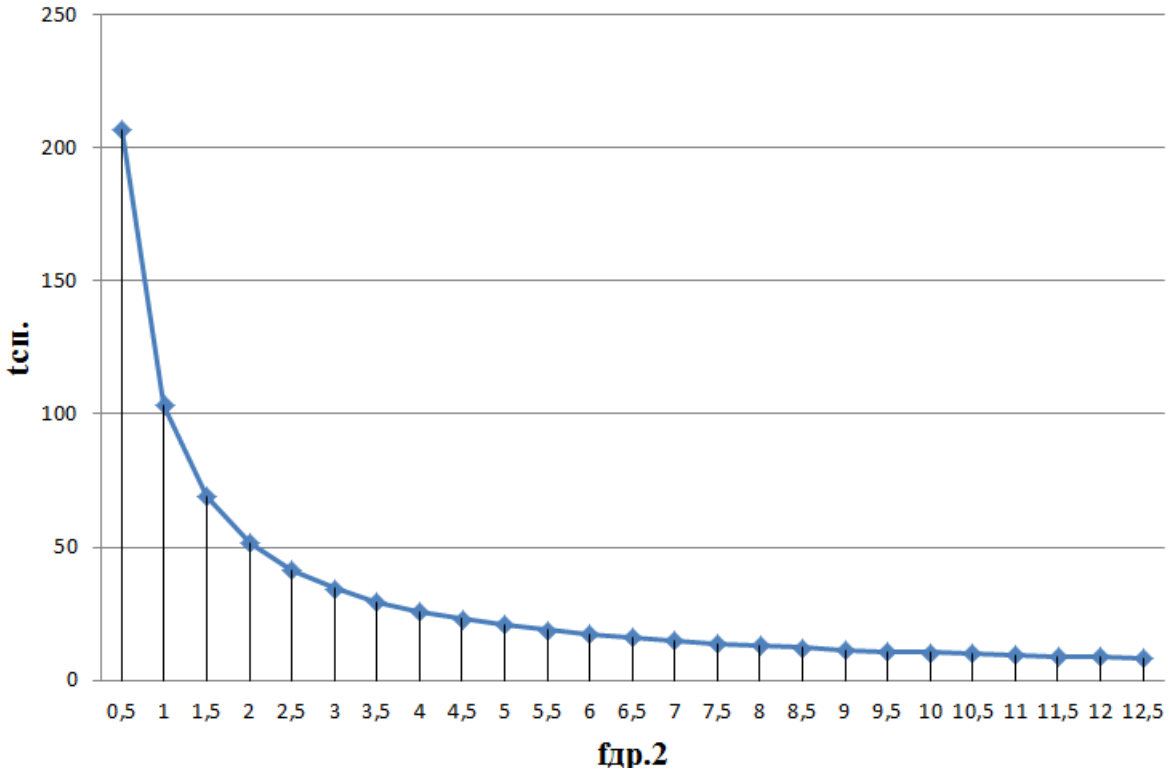


Рис.2.21. Графік залежності часу спорожнення $t_{сп.}$ від площі поперечного перерізу $f_{др.2}$ та камери шини V=0,1м^3.

Проаналізувавши графіки спорожнення камер шин при різних розмірах пробою, можна побачити, що залежність часу від площі поперечного перерізу має параболічну залежність. При збільшенні площі поперечного перерізу, час спорожнення камери зменшується, тобто шина спускається швидше.

Для того, щоб обрати параметри, які дадуть можливість компенсувати втрачений тиск в шині за короткий проміжок часу, необхідно порівняти графік залежності часу наповнення від площі поперечного перерізу дроселюючої щілини, яка знаходиться в клапані, з графіком часу спорожнення камери шини при різних розмірах проколу. Підібраємо такий

діаметр дроселюючої щілини, який матиме можливість компенсувати втрачений тиск в шині до його падіння нижче 2,5атм.

Аналізуючи графік зображений на рис.2.19 для шини об'ємом V=0,05м^3 видно, що максимальний час падіння тиску на 0,5бар в шині відбувається за 104с, а мінімальний час 4,19с, при площах поперечних перерізів дроселюючих щілин утворених проколом в діапазоні від 0,5мм^2 до 12,5мм^2. Виходячи з цього, камера шини повинна повертати втрачений тиск за менший проміжок часу. З графіку зображеному на рис.2.15 видно, що при максимальному діаметрі дроселюючої щілини, якою ми задавалися, рівною D=10мм та максимальному відкритті h=0,5мм, площа поперечного дроселя 1, тобто в клапані, рівна $f_{др.1}$=15,7мм^2, при цьому час наповнення камери шини від 1бар до 3 бар становить $t_{нап.}$=4,035с. Враховуючи, що розрахунки часу наповнення проведені для перепаду тиску в 2 бар, а часу компенсації для перепаду в 0,5бар, можна зробити висновки, що при заданому діаметрі D=10мм та відкритті h=0,5мм камера шини наповниться швидше та тиск в шині буде підтримуватись на заданому рівні.

Аналогічні висновки можна зробити і для шин об'ємом V=0,07м^3. Максимальний час падіння тиску на 0,5бар в шині відбувається за 145,56с, а мінімальний час 5,82с, при площах поперечних перерізів дроселюючих щілин утворених проколом в діапазоні від 0,5мм^2 до 12,5мм^2. З графіку зображеному на рис.2.16 видно, що при максимальному діаметрі дроселюючої щілини, якою ми задавалися, рівною D=10мм та максимальному відкритті h=0,5мм, площа поперечного дроселя 1, тобто в клапані, рівна $f_{др.1}$=15,7мм^2, при цьому час наповнення камери шини від 1бар до 3 бар становить $t_{нап.}$=5,6с. Отже при заданому діаметрі D=10мм та відкритті h=0,5мм камера шини наповниться швидше та тиск в шині буде підтримуватись на заданому рівні.

Для шин об'ємом V=0,1м^3 максимальний час падіння тиску на 0,5бар в шині відбувається за 206,7с, а мінімальний час 8,27с, при площах поперечних перерізів дроселюючих щілин утворених проколом в діапазоні від 0,5мм^2 до

12,5мм^2. З графіку зображеному на рис.2.17 видно, що при максимальному діаметрі дроселюючої щілини, якою ми задавалися, рівною D=10мм та максимальному відкритті h=0,5мм, площа поперечного перерізу дроселя 1, тобто в клапані, рівна $f_{др.1}$=15,7мм^2, при цьому час наповнення камери шини від 1бар до 3 бар становить $t_{нап.}$=8,07с. Отже при заданому діаметрі D=10мм та відкритті h=0,5мм камера шини наповниться швидше та тиск в шині буде підтримуватись на заданому рівні.

Отже для всіх трьох об'ємів розглянутих шин при заданих параметрах діаметр D=10мм та відкриття дроселюючої щілини на h=0,5мм задовольняють умови компенсації. Ці параметри ми обираємо для подальших розрахунків конструктивних параметрів клапана.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КЛАПАНА КЕРУВАННЯ.

Для розрахунків основних параметрів клапана керування тиску АН-72 треба проаналізувати принципову схему клапана, зображену на рис. 2.6 та рис.2.10. Основною функцією клапана керування тиску в шині літака є – збільшення або зменшення тиску в камері шини. Тиск в шинах АН-72 змінюється в діапазоні від 2 бар до 5 бар, виходячи з цього, максимальний перепад тиску становить 3 бари.

Визначимо діапазон сил, що створиться на торець клапана (рис.3.1), при подачі тиску в магістраль, для того, щоб обрати площу торця, який при мінімальному тиску в магістралі, рівному 2 бари, зможе відкрити клапан, для того, щоб стравити повітря з шини і зменшити в ній тиск. Силу визначаємо за формулою (3.1).

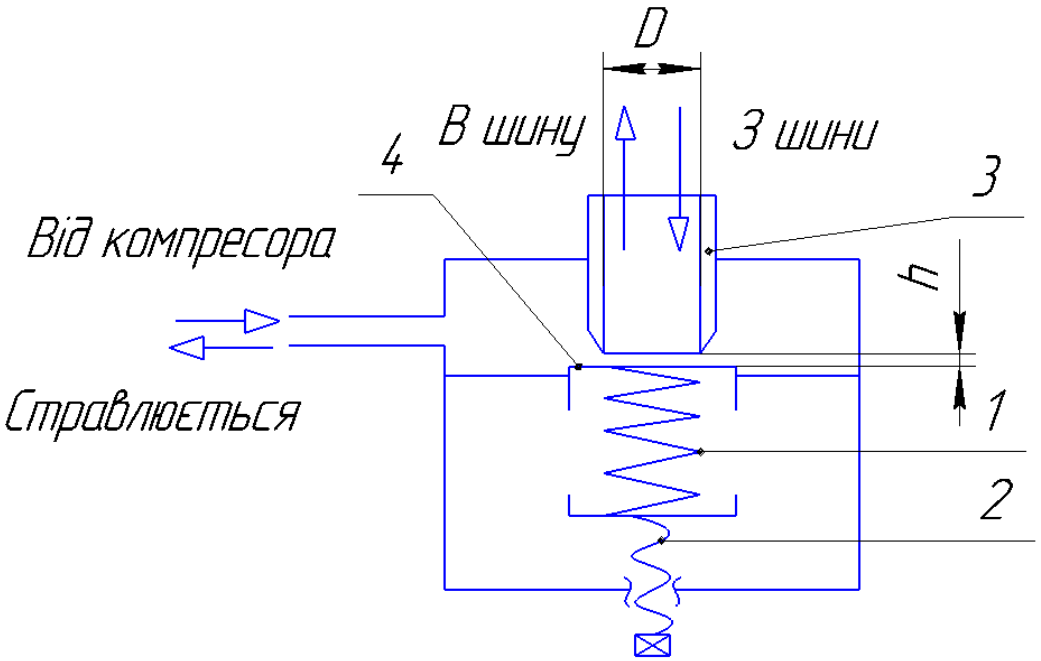


Рис.3.1. Принципова схема клапана регулювання тиску в шинах АН-72.

$$F = p \cdot S \ , \qquad (3.1)$$

де p – тиск, S – площа торцевої поверхні , F – сила.

Площа знаходиться за формулою (3.2):

$$S = \frac{\pi d^2}{4}. \qquad (3.2)$$

Коли в шині тиск $P_ш$=5 бар, d=0,5см, площа рівна :

$$S = \frac{3{,}14 \cdot (0{,}5см)^2}{4} = 0{,}196см^2.$$

Розраховуємо силу від тиску в шині, що діє на пружину в період підтримання тиску в ній 5 бар.

$$F = 0{,}196см^2 \cdot 5бар = 0{,}963кгс.$$

Тобто пружина 1 повинна бути налаштована таким чином, щоб при силі на неї в 1 кгс, притискати заслінку до сопла. Тепер необхідно розрахувати площу пояска, на який буде діяти сила, щоб при необхідності зменшити тиск в шині з 5 бар до 2 бар, вона відкривала дроселюючи щілину і утворювався канал, який дозволив би знизити тиск. З конструктивних міркувань беремо зовнішній діаметр пояска d=2см, але в закритому положенні клапан-заслінка перекриває підвід до камери шини, тому площа, на яку буде діяти сила тиску який підводиться, дорівнює:

$$S = \frac{3{,}14 \cdot (2см)^2}{4} - 0{,}5см^2 = 2{,}64см^2$$

Сила, яка діятиме на поясок площею S=2,64 см^2 при тиску в 2 бар дорівнює:

$$F = 2,64см^2 \cdot 2бар = 5,28кгс.$$

Пружина 1 налаштована витримувати силу в 1 кгс, тому при площі кромки в 2,64см^2 і силі в 5,28кгс клапан відкриється і дасть можливість знизити тиск з 5бар до 2 бар.

Обираємо пружину стискання. Для цього використовуємо програму розрахунку пружини [11]. Отримані параметри пружини приведені в таблиці 3.1, та на рис.3.1.

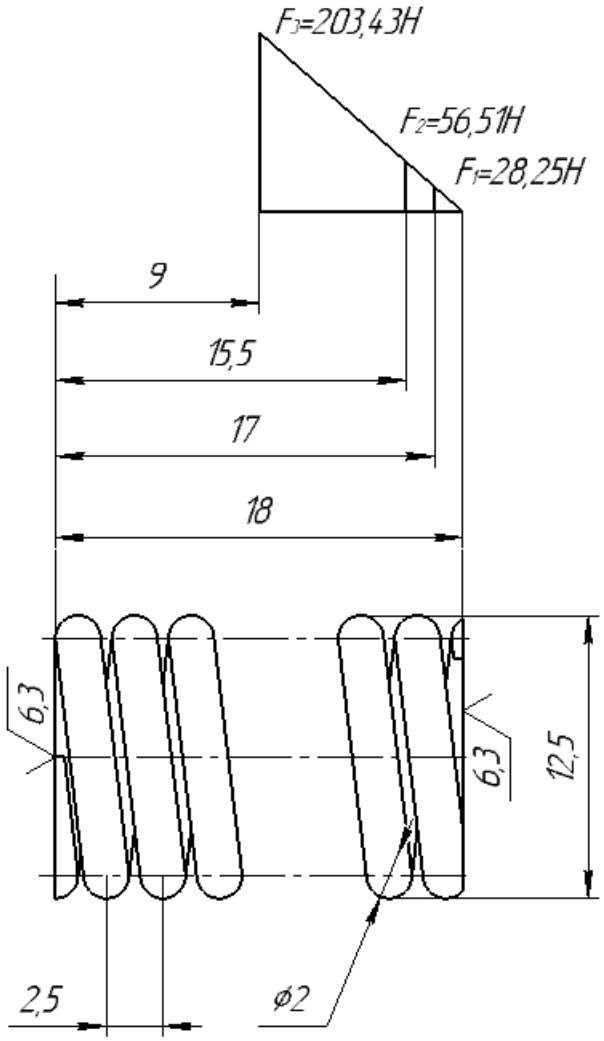


Рис.3.1. Параметри пружини стискання для клапана регулювання тиску.

Таблиця 3.1

Параметри пружини стискання [11].

Назва параметру	Значення
Варіант оформлення опорних витків	Піджаті, зашліфовані
Діаметр середній (D ср.)	10.50мм
Діаметр внутрішній (D вн.)	8.50мм
Кількість витків повна (n1)	8.00шт
Попередне навантаження (F^1)	28.25Н
Рабоче навантаження (F^2)	56.51Н
Максимальне навантаження (F^3)	203.43Н
Довжина при дотиканні витків (L^3)	9.00мм
Жорсткість пружини (c)	22.60Н/мм
Крок (t)	2.50мм
Розгортка пружини	263.76мм
Маса пружини (m1)	0.00650кг
Матеріал	0.01

Параметри пружини підібрані. Наступним кроком є підбір гвинта, його розмірів та кроку.

Налаштування пружини гвинтом відбувається для того, щоб при тиску в шині в 5 бар, витримувати навантаження на пружину в 1 кгс (10Н) та притискати заслінку до сопла. Мінімальний тиск в шині повинен бути не менше 2 бар, отже коли в магістралі тиск підводиться рівний 2 бар, на поясок заслінки діє тиск в 5,28кгс (52,88 Н), як було визначено раніше. Виходячи з цих даних маємо, що мінімальний тиск, на який повинна бути налаштована пружина, становить 1кгс (10Н), а максимальний, при якому тиск в підвідвідній магістралі буде рівний 2 бари, зможе стиснути пружину та відкрити клапан сопло-заслінку, становитиме 5,28кгс (52,8Н).

Маючи силу, яка діє на пружину, можемо знайти на скільки вона стиснеться при навантаженні в діапазоні від 10Н до 53Н за формулою 3.3.

$$x = \frac{F}{k} \tag{3.3}$$

x – величина деформації пружини, k – коефіцієнт жорсткості, F – сила пружності. З таблиці 3.1 відомо, що k=22,6Н/мм.

$$x = \frac{10H...53H}{22,6\frac{H}{мм}} = 0,44...2,35мм.$$

Отже, діапазон налаштування стискання пружини для підтримання тиску в шині повинен становити від 0,44мм до 2,17мм. Обираємо гвинт $M8\times1,25$ довжиною 18мм. При прокручуванні гвинта на 1 оберт, пружина стиснеться на 1,25мм і буде притискати заслінку до сопла з силою, яку знаходимо з формули 3.3.

$$F = 22,6\frac{H}{мм}\cdot 1,25мм = 28,25H$$

Для того, щоб відкрити клапан, необхідно подолати зусилля рівне 28,25Н. При подачі тиску в 2 бар, зусилля на торець клапана буде рівним 52,8Н і відкриє клапан. Отже, одного обороту гвинта достатньо для налаштування пружини підтримувати заданий тиск в шині.

Для визначення переміщення h, необхідно знати зусилля, яке діятиме на пружину. Для цього знаходимо сили F, які діятимуть при різних значеннях тиску p, на площі S_1 та S_2, як зображено на рис. 3.3 за формулою 3.4.

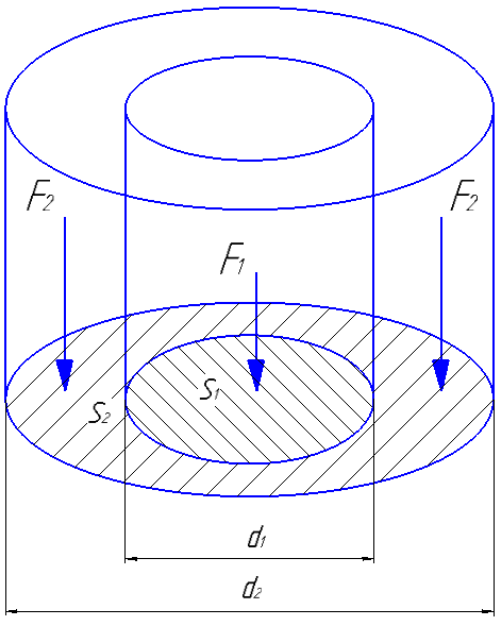


Рис.3.3. Схематичне зображення заслінки клапана.

$$F = p \cdot S \tag{3.4}$$

Площу S_1 розраховуємо за формулою (3.5), де d_1=0,5см.

$$S = \frac{\pi d^{\,2}}{4} \tag{3.5}$$

$$S_1 = \frac{3{,}14 \cdot (0{,}5см)^2}{4} = 0{,}196см^2$$

Площу S_2 розраховуємо за формулою (3.6), де d_2=2см.

$$S_2 = \frac{\pi d_2^{\,2}}{4} - S_1 \ . \tag{3.6}$$

$$S_2 = \frac{3{,}14 \cdot 2см^2}{4} - 0{,}196 = 2{,}9см^2$$

Розраховуємо зусилля скориставшись програмою Exel. Результати розрахунків приведені нижче в таблицях 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.2

Розрахунки зусилля, яке діє на поверхню з площею S_1.

S_1, см^2	P,бар	F,кгс
0,196	2	0,392
0,196	3	0,588
0,196	5	0,98

Таблиця 3.3

Розрахунки зусилля, яке діє на поверхню з площею S_2.

S_2,см^2	P,бар	F,кгс
2,9	2	5,8
2,9	3	8,7
2,9	5	14,5

Користуючись програмою Exel, знайдемо відкриття h дроселюючої щілини клапана при різних навантаженнях F за формулою 3.1, де x=h.

Таблиця 3.2

Відкриття h дроселюючої щілини клапана при різних навантаженнях F.

F,Н	k, Н/мм	h,мм
145	22,6	6,4
3,9+87	22,6	4
9,8+58	22,6	3

Таким чином обрані пружина та гвинт задовольняють вимоги до надійного функціонування системи.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

На сьогоднішній день велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності виробництва на базі упровадження досягнень науково-технічного прогресу. Провідна роль у вирішенні даної проблеми відводиться машинобудуванню. Перед цією галуззю поставлені завдання підвищення якості продукції та продуктивності праці. Саме тому технологічний процес виготовлення деталі має бути таким, щоб з найменшими витратами ресурсів забезпечити встановлений конструктором рівень якості.

У даному розділі описані етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Гвинт»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі, вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування, призначення послідовності виконання операцій та проектування їх змісту, вибір устаткування та інструментів для кожної операції технологічного процесу.

4.1 Технологічний контроль якості кресленика

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі, у відповідності до ГОСТ 14.206-73. У креслення входять відомості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі.

Проаналізувавши креслення (рис.4.1) можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Невказана шорсткість та шорсткість усіх поверхонь деталі позначена відповідно до ГОСТ 2789-73. Допуски наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82.

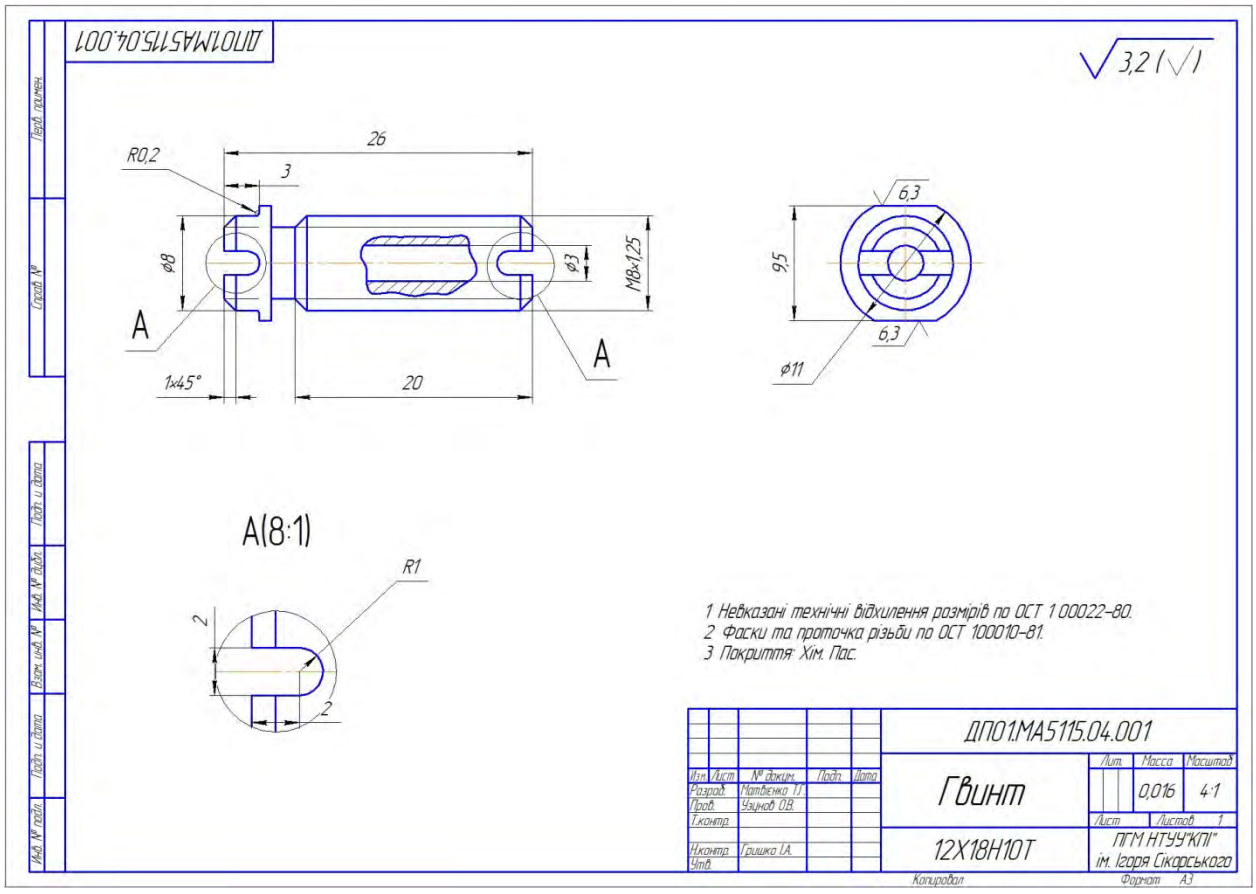


Рис.4.1. Кресленик деталі «Гвинт»

4.2 Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі

Деталь «Гвинт» є складовою клапана регулювання тиском. Призначена для того, щоб налаштовувати пружину.

Дана деталь має досить просту зовнішню форму. ЇЇ можна віднести до класу спеціальних деталей. Деталь «Гвинт» має наскрізний отвір Ø3 мм дві канавки глибиною 3 мм і шириною 2 мм, три фаски 45°, одне округлення радіусом 0,2мм, різьбу М8х1,25. Габаритні розміри деталі – Ø11х26 мм. Невказані розміри радіусів зовнішніх та внутрішніх не більше 0,2 мм. Деталь «Гвинт» виготовляється з матеріалу 12Х18Н10Т ГОСТ 1628-78.

4.3 Вибір заготовки

В якості заготовки використовуємо круглий пруток нержавіючої сталі 12Х18Н10Т діаметром 14 мм., довжиною 3 м.

Програма випуску деталі - 1000 виробів. Кількість заготовок, яку можна отримати з одного прутка:

(3000-200)/30=93 шт.

, де 3000 – довжина стального прутка; 200 – довжина прутка, яка буде утримуватись верстатом при обрізці заготовок; 30 – довжина заготовки.

Для виготовлення 1000 деталей потрібно:

1000/93=10,7=11 шт.

прутків довжиною 3м. Поперечний переріз прутка зображено на рис. 4.2.

Ціна прутка довжиною 3 м і діаметром 14 мм – 4 EUR.

Вартість необхідної кількості прутків:

$$4 \cdot 11 = 44 \; EUR.$$

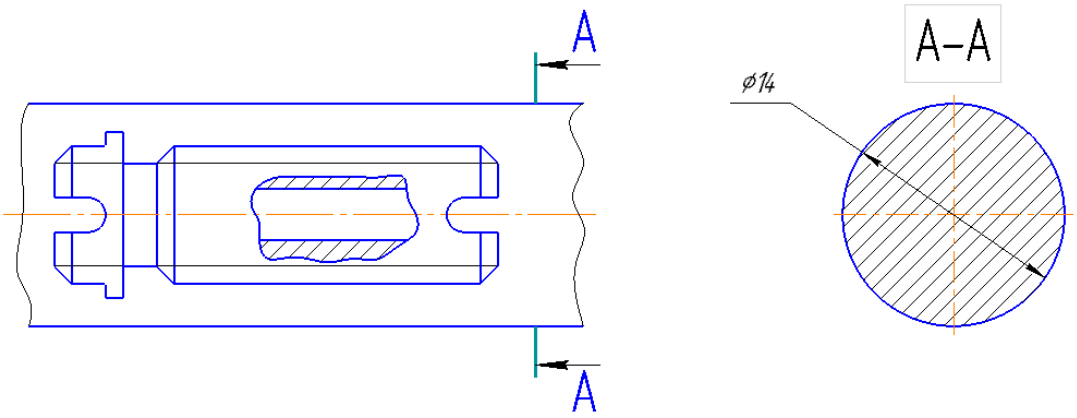


Рис. 4.2. Ескіз заготовки

4.4 Підбір обладнання для обробки деталі

Обираємо верстат «ST-20 CNC Swiss-type Automatic Lathe» для механічної обробки з найвищими характеристиками та функціями, що забезпечують високу продуктивність і прибутковість (рис. 4.3).

Обираємо станцію завантаження прутка «LNS, Hydrobar 3000 mm» (рис. 4.4).

Для нарізання різьби обираємо стаціонарний електричний гвинторіз Proma ZPM-50 зображений на рис.4.5.

Рис. 4.3. Верстат ST-20 CNC Swiss-type Automatic Lathe

Рис. 4.4. Станція завантаження прутка LNS, Hydrobar

Рис.4.5. Стаціонарний електричний гвинторіз Proma ZPM-50

Обираємо контрольно-вимірювальні пристрої:

- Прилад для вимірювання шорсткості поверхні «SURFTEST SJ-210» (рис. 4.5). Артикул: 570521 0010. Ціна: 2,215€.
- Прилад для вимірювання і контролю розмірів деталі «Atorn» (рис. 4.6). Артикул: 500627 030. Ціна: 699€.

Рис. 4.6 Вимірювальний прилад SURFTEST SJ-210

Рис. 4.7 Вимірювальний прилад Atorn 500627 030

Обираємо інструмент для обробки деталі:

1. Свердло для свердління отворів «Sartorius» (рис. 4.7). Діаметр 3 мм. Артикул: 101051 0300. Ціна: 5€.
2. Канавковий різець «Walter MX22-2E150N01» (рис. 3.9). Ціна: 36,6€.
3. Підрізний різець «Walter DWLNL2525M08» (рис. 3.10). Ціна: 33,1€.
4. Розточний різець «Walter A08H-STFCL06» (рис. 3.11). Ціна: 31,2€.
5. Відрізний різець «Walter G1042L12W3ND21» (рис. 3.12). Ціна: 33,1€.

Рис. 4.8 Свердло Sartorius 101051 0300

Рис. 4.9 Канавковий різець Walter MX22-2E150N01

Рис. 4.10 Підрізний різець Walter DWLNL2525M08

Рис. 4.11 Розточний різець Walter A08H-STFCL06

Рис. 4.12 Відрізний різець Walter G1042L12W3ND21

4.5 Проектування змісту технологічних операцій

Загальні правила розробки технологічного процесу:

- в першу чергу оброблюються поверхні, які є технологічними базами для наступної обробки;
- кожна наступна операція повинна покращувати якість обробленої поверхні;
- чорнову і чистову обробку треба розглядати на різних операціях;
- отвори необхідно свердлити в кінці технологічного процесу, якщо вони не є базами для установки;

Нижче приведена послідовність обробки поверхонь деталі «Гвинт» та назви операцій у послідовності їх оброблення (табл. 4.1). На рисунках

поверхня обробки зафарбована синім кольором. Для розрахунку швидкості операцій в програмі «Sandvik Coromant Calculator» задамося наступними параметрами:

Частота обертання шпинделя *n = 1000 об./хв*.

Подача на оберт *fn = 0,05 мм*.

Питома сила різання *kc = 200 Н/мм*^{2}.

Обробка деталі складається з наступних операцій:

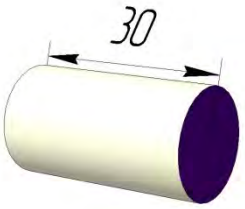
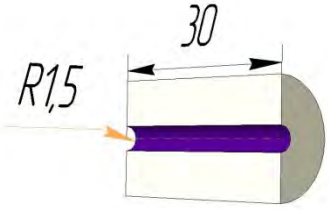
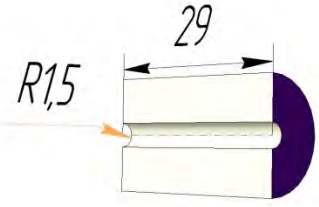
005 Заготівельна операція.

010 Токарна операція. Закріпити деталь з однієї сторони у верстаті.

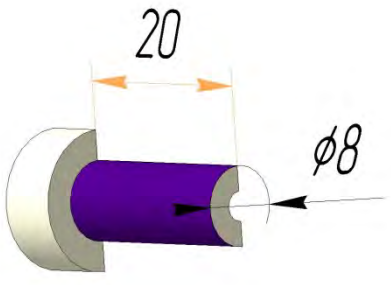
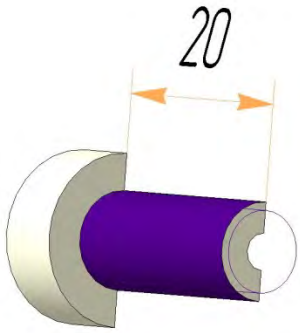
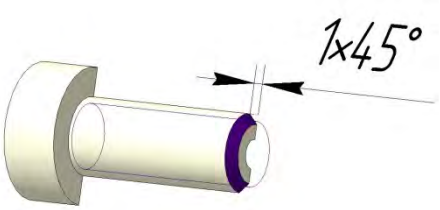
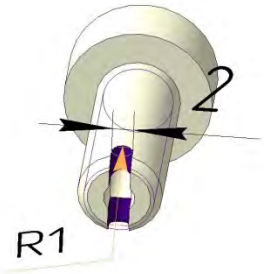
015 Токарна операція. Закріпити деталь з протилежної сторони.

Таблиця 4.1

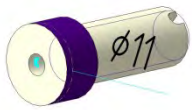
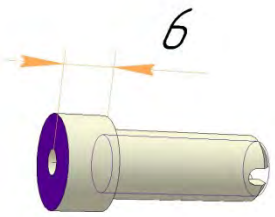
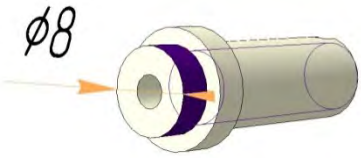
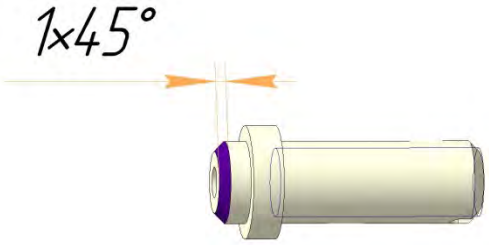
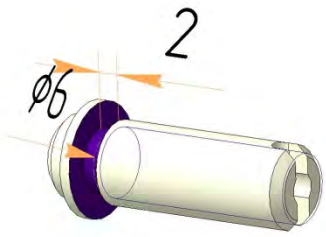
Послідовність обробки деталі «Гвинт»

Операція	Інстру-мент, №	Розмір, мм	Час,с	Графічне зображення
005.1	5	Відрізати Ø14; L=30	8,7	
010.1	1	Свердлити отвір Ø3; L=40	36	
010.2	3	Підрізати Ø14; L=29 мм	3,6	

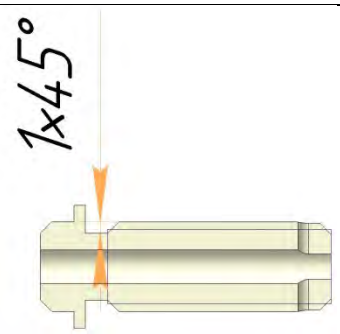
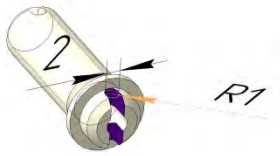
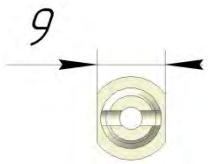
Продовження таблиці 4.1

Операція	Інстру-мент, №	Розмір, мм	Час,с	Графічне зображення
010.3	3	Підрізати Ø8; L=20 мм	30	
010.4	3	Нанести різьбу M8x1,25; L=20 мм	25	
010.5	4	Зняти фаску 1×45°	0,4	
010.6	1	Зробити канавку h=2мм; L=2 мм; R=1мм.	2,3	

Продовження таблиці 4.1

015.1	3	Підрізати Ø11; L=9 мм	20,4	
015.2	3	Підрізати торець Ø11; L=3 мм	18	
015.3	3	Підрізати діаметр до Ø8; L=3 мм	15	
015.4	4	Зняти фаску 1x45°	0,4	
015.5	3	Підрізати Ø6; L=2 мм	25	

Продовження таблиці 4.1

Операція	Інстру-мент, №	Розмір, мм	Час,с	Графічне зображення
015.6	4	Зняти фаску 1х45°	0,4	
015.7	1	Зробити канавку h=2мм; L=2 мм; R=1мм.	2,3	
015.8	3	Підрізати L=9 мм	16	

Час виготовлення однієї деталі можна розрахувати, додавши час кожної операції з таблиці. Маємо $t = 203,5\ с$. Час виготовлення 1000 деталей:

$$t_{заг} = t \cdot 1000 = 3391\ хв. = 56,5\ год. = 2,35\ дні.$$

Вартість виготовлення 1000 деталей включає в себе витрати на заготовки, контрольно-вимірювальні пристрої і інструмент для обробки деталі і дорівнює. Вартість становить: *4254 EUR*.

У розділі описані послідовність та усі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Гвинт»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі,

вибір способу виготовлення, призначення послідовності виконання операцій та проектування їх змісту, вибір устаткування та інструментів для кожної операції технологічного процесу. Також у даному розділі розраховано час виготовлення тисячі деталей і вартість їх виготовлення.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.

Покращення умов праці підвищується за рахунок суворого дотримання вимог охорони праці підчас проведення технічних робіт, що дає змогу підвищити рівень використання робочого часу.

В даний розділ дипломного проекту «Система автоматичного підтримання тиску в шинах транспортних засобів» входить розробка загальних питань охорони праці.

5.1. Загальна характеристика мікроклімату робочої зони під час роботи над дипломною роботою.

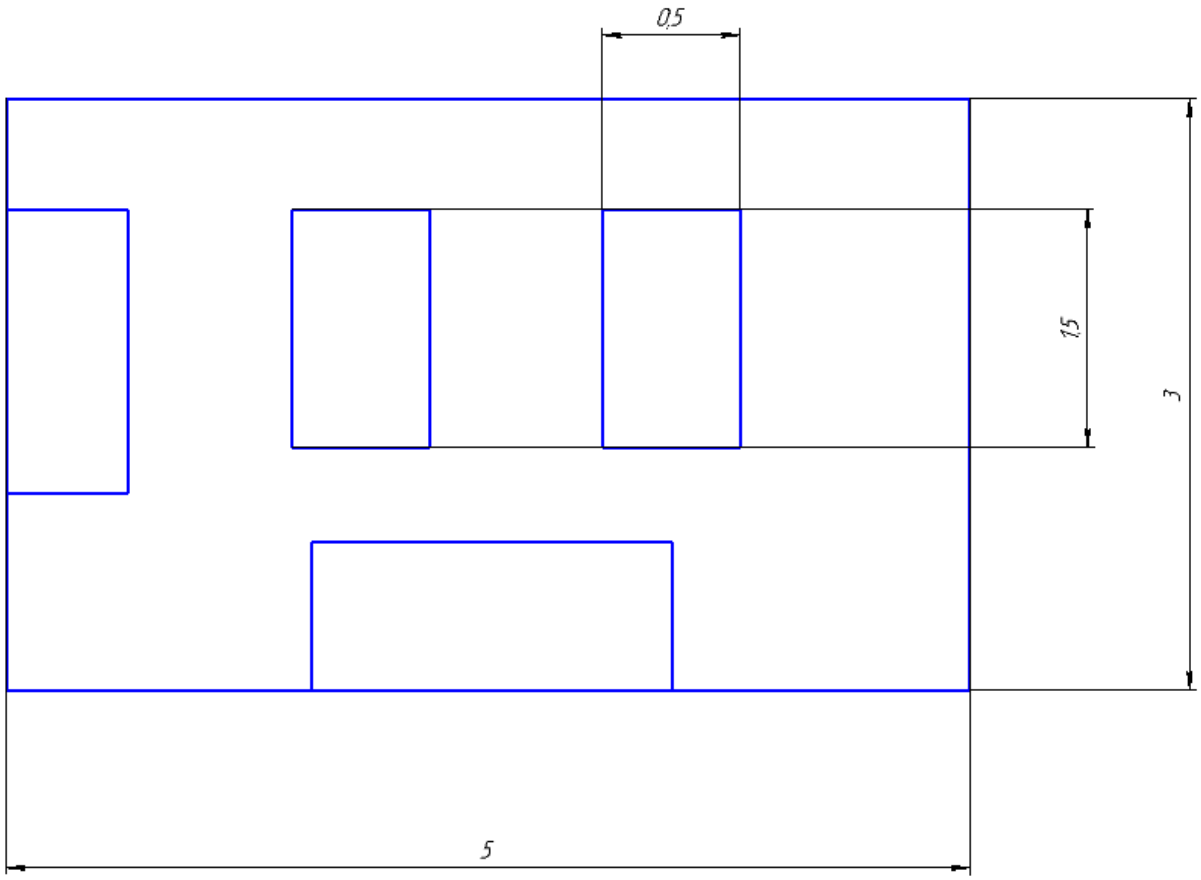


Рис.5.1. Схема кімнати в якій виконувався дипломний проект.

Робочою зоною являлась робоча кімната, яка була постійним робочим місцем під час розробки дипломної роботи. Величини показників мікроклімату у робочій зоні порівнюються з оптимальними показниками

умов мікроклімату приміщень. Виходячи з «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.042-99, визначаємо дану роботу, як легку фізичну роботу (категорія I) при якій витрата енергії дорівнює 105 - 140 Вт (90 - 120 ккал/год.) - категорія Іа, тобто робота, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження.

Таблиця 5.1

Основні параметри мікроклімату

Період року	Температура, ºС			Відносна вологість, %	
	Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Дійсна
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	21 - 24	24	21	40 - 60	55
Теплий	23 - 28	28	23	40 - 60	43

Середня температура приміщення в теплий період року дорівнює 25 ºС, відносна вологість повітря 44%.

У холодний період року, середня температура складає 23 ºС. Значення відносної вологості дорівнює 55%.

Всі параметри мікроклімату приміщення в теплий та холодний період року знаходяться в діапазоні оптимальних значень, тому можна зробити висновок, що мікроклімат приміщення є сприятливим для праці.

5.2 Освітлення робочого приміщення

Недостатність освітлення призводить до напруги зору, зниження уваги, 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 того, хто працює. Всі ці причини можуть привести до нещасного випадку або профзахворювань, тому настільки важливий правильний розрахунок освітлення, визначення необхідного числа світильників, їх типу і розміщення.

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 300-500 лк. Освітлення не повинне створювати відблисків на поверхні екрану. Освітленість поверхні екрану не повинна бути більше 300 лк.

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 (місцеве 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 15 м^{2,} довжина якої 5 м, ширина якої 3 м, висота–2.7 м. Скористаємося методом світлового потоку.

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

$$E_{еф} = \frac{F_л N n \eta}{S \cdot k_з \cdot z}$$

де: $E_{еф}$ – розраховується світловий потік; E – нормована мінімальна освітленість (визначається за таблицею). Роботу програміста, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде E = 400лк; S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S = 15 м^2; z – відношення середньої освітленості до мінімальної (звичайно приймається рівним 1,1 ... 1,2, нехай z = 1,1); $k_з$ –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 = 1,5); N- кількість світильників; n- кількість ламп у світильнику. 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 стін і стелі, які характеризуються коефіцієнтами відображення від стін ($P_С$) і стелі ($P_П$), Стеля приміщення свіжопобілена ρсл = 70%, стіни мають світло-сірий колір Рсн = 50%, підлога з паркету ρп=30%.. Значення η визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників.

Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{15}{1,9 \cdot (3+5)} = 0,7.$$

де S – площа приміщення, S = 15м $^{2;}$ h - розрахункова висота підвісу, h = 1.9 м; A - довжина приміщення, A = 5 м; B – ширина приміщення, B = 3м.

Знаючи індекс приміщення I, за таблицею знаходимо η = 0,38.

Для освітлення використовується люмінесцентні лампи типу Lights Led ALS.PRS 228 HF, світловий потік яких F = 3400Лк.

Підставляємо всі значення у формулу для визначення світлового потоку $E_{еф}$:

$$E_{еф} = \frac{3400 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 0,38}{8 \cdot 1,5 \cdot 1} = 1615 лк$$

Отже, можна зробити висновки, що освітленість приміщення не достатня, саме тому використовується, ще місцеве освітлення, а от освітленість екрану задовольняє нормам.

5.3 Електробезпека

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

В приміщення одночасно експлуатується і обслуговується 3 персональних ЕОМ, у доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач та електричний щит з запобіжником, що може повністю виключити електричний струм приміщення.

Крім того, кожен ПК в приміщенні на випадок перенавантаження електричної мережі, підключений в розетку з окремим запобіжником виключення.

Для підключення іншої переносної електроапаратури використовуються гнучкі проводи в надійній ізоляції, також з додатковим запобіжником вимикання, також електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у приладів і меблів.

Приміщення відповідає усім нормам електробезпеки за ПУЕ та є придатним та безпечним для роботи.

5.4 Пожежна безпека

У дипломній роботі передбачено проведення ряду заходів, що спрямовані на забезпечення пожежної безпеки в приміщенні.

Перелік документів за якими дотримується протипожежний захист гуртожитку:

1. СНіП 2.08.01-89 “Жилые здания”.
2. СНіП 2.01.02-85 “Противопожарные нормы”.
3. ДБН 360-92 “Планування та забудова місцевих і сільських поселень”.
4. ППБ в Україні.

Пожежна небезпека гуртожитку характеризується такими показниками:

1. Наявність великої кількості горючих речовин та матеріалів (меблі, речі одягу, килимові вироби, вироби з пластмас, матеріали для оздоблення, товари побутової хімії та ін.).
2. Присутність різноманітних джерел запалення .
3. Наявність шляхів розповсюдження пожежі (по горючому оздобленню, по пустотам будівельних конструкцій, по вентканалам, по ліфтовим шахтам, по сміттєпроводам, вибухом).

Особливостями пожежної небезпеки гуртожитку є:

- практичною відсутністю пожежної спец. техніки, необхідної для евакуації людей;
- значно більший необхідний час евакуації людей (велика висота будівель, велика протяжність евакуаційних шляхів);
- швидке розповсюдження диму по сходовим клітинам, ліфтовим шахтам, сміттєпроводам, вентканалам та ззовні будівлі.

Устрій протипожежного захисту:

- установки димовидалення із коридорів поверхів;
- внутрішній п/п водопровід;

Черговий персонал в будівлях житлових будинків гуртожитків ознайомлений з призначенням, принцип роботи пристроїв систем протипожежного захисту, вміє включати їх в роботу.

Основні запобіжні заходи і правила пожежної безпеки при експлуатації електричних та нагрівальних приладів, що використовуються у побуті, такі:

- нагрівальні прилади можна встановлювати тільки на негорючі підставки;

- забороняється залишати прилади, що включені, без нагляду;

- забороняється включати в одну розетку одночасно декілька приладів;

- необхідно спостерігати за щільністю контактів в місцях приєднання проводів приладів до вилки, клем між собою тощо;

- небезпечно замінювати запобіжники, що перегоріли, в телевізорах, приймачах і інших побутових приладах саморобними або плавкими запобіжниками;

- забороняється користуватися саморобними нагрівальними приладами.

Значну кількість пожеж у житловому секторі складають пожежі від побутових газових прила-дів. Основною причиною цих пожеж є витікання газу внаслідок порушення герметичності трубопро-водів, з'єднувальних вузлів або через пальники газових плит. Саме тому у разі появи запаху газу у приміщенні не можна запалювати сірники, запальнички, вмикати і вимикати електричні вимикачі, входити у приміщення з відкритим вогнем або з цигаркою - все це може викликати вибух газу.

Якщо витікання газу відбувається з відкритого крана на газовому приладі, то його треба закрити, ретельно провітрити приміщення і тільки після цього можна запалювати вогонь. У випадку витікання газу в результаті пошкодження приладів, користування ними необхідно припинити і негайно повідомити в контору газового господарства.

Категорично забороняється користуватися вогнем для виявлення витоку газу із балонів і газових приладів, для цього можна застосовувати тільки мильний розчин.

Для такого приміщення підбираємо вогнегасник вуглекислотний ВВК-1,4 (ОУ 2) в кількості 1 шт.

Висновок:

При розробці даного розділу мною було розглянуто такі питання, як пожежна безпека в приміщенні. Практично було визначено загальний мікроклімат приміщення, виконано розрахунок освітленості приміщення. Загалом умови праці на робочому місці є достатніми, загальна безпека приміщення відповідає основним нормам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Медведков В.И., Агейкин Я.С., Антонов Д.А., Аржанухин Г.В., Билык С.Т., Комаров Ю.Н., Мамлеев А.И., Чайковский И.П. Боевые колесные машины (армейские автомобили и бронетранспортеры). – М.: Воениздат, 1974. – 378 с.
2. http://www.mehanik.ru/page/tire_monitoring
3. Бузников С.В. Современное состояние и перспективы развития автомобильных систем мониторинга давлений в шинах // Электронный журнал / Исследовано в России. – 2004. – № 257. – С. 2767–2776.
4. http://www.aae-press.ru/f/87/52.pdf
5. https://dspace.susu.ru/xmlui/bitstream/handle/0001.74/17350/2017_410_ishomovayu.pdf?sequence=1&isAllowed=y?sequence=1&isAllowed=y
6. Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта: учеб. пособие /сост. В.М. Круглик, Н.Г. Сычев. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРВ-М, 2013. – 260с.
7. http://autotopik.ru/sovet/932- davlenie-v-shinah.html#a3.
8. http://vwts.ru/vw-doc2/tires-control-rus
9. http://www.tireboss.ru/files/ROADEX.pdf
10. http://www.tyrenews.ru/avia/awiainy/iny/
11. http://pruzhin.ru/calc-compression/
12. Герц Е.В. Пневматические приводы.-М.: Машиностроение, 1969. 358 с.
13. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие.-М.: Машиностроение, 1975. 272 с.
14. Пневматические устройства и системы в машиностроении. Справочник (Под общ. Ред. Герц Е.В. – М.: Машиностроение, 1981. 408 с.
15. Федорец В.А., Педченко., Кухарец А.В. Расчет пневматических и пневмогидравлических цикловых систем.- Киев : Техніка, 1981. 184 с.
16. Элементы и устройства пневмоавтоматики высокого давления. Каталог-справочник.-М.: НИИМАШ, 1978.

17. Автоматизация схемотехнического проектирования в машиностроении: Учеб.пособие/ А.И.Петренко, В.В.Ладогубец, В.В.Чкалов. - К.: УМК ВО, 1988. - 180с.