

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

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

О.Ф. Луговський

(ініціали, прізвище)

“ ”

2019 р.

**Дипломний проект**  
на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальності

**131 Прикладна механіка**

(код і назва)

на тему: Модернізація механізму заряджання машини F64

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

(шифр групи)

Заворотній Владислав Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник ст. викладач к.т.н. Галенцький О.С.

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

Консультант з охорони праці

(назва розділу)

асистент Ковтун А.І.

(вчене ступінь та звання, прізвище, ініціали)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Кореньков В.М.

(назва розділу)

(вчене ступінь та звання, прізвище, ініціали)

Рецензент доц. к.т.н.

Борис Р.С.

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

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

Студент

(підпис)

Київ – 2019 року

2019-6-19 12:39

2019-6-19 12:40

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  
(підпис) (прізвище ініціали)

“ ” 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**  
на дипломний проект студенту

Заворотній Владислав Михайлович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Модернізація механізму заряджання танку Т-64

керівник проекту Талецький Олександр Серійович к.т.н.  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ ” 2019 року № 1326-с

2. Термін подання студентом проекту \_\_\_\_\_

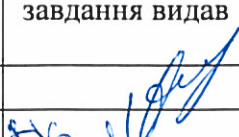
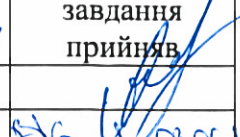


3. Вихідні дані до проекту Витрата палива 0,04 л/хв, швидкість обертання ковчега 26°/с, тиск в системі 17 МПа, робота підняття 141°E-10A, швидкість руху підняти 3,5 м/с.

4. Зміст пояснювальної записки 75 сторінок друкованого тексту, 12 таблиць, 37 рисунків

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

1. Модернізація механізму заряджання скана гідравлічне А1. 2. Мультимедіа А1. 3. Креслення основних деталей А2. 4. Креслення оснастки

6. Консультанти розділів проекту

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

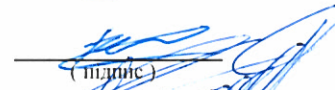
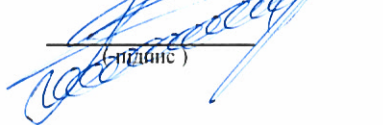
7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналіз існуючих видів еволютивних машин заряджання машинів		
2.	Розроблення модернізованої схеми механізму заряджання машини Т-64		
3.	Розрахунок мультимітінгатора		
4.	Вибір апаратури та розрахунок трубопроводів		
5.	Оформлення пояснювальної записки		
6.	Розробка технічної документації		

Студент

Керівник проекту

  
(підпис)  
  
(підпис)

Зубовицький В.М.  
(прізвище та ініціали)  
Ю.С. Галеченко І.  
(прізвище та ініціали)

## Анотація

Дипломний проект на тему : «Модернізація механізму заряджання танка Т - 64», складається з чотирьох розділів, обсяг пояснювальної записки 67 сторінок основного тексту, включає 37 рисунків і 12 таблиць, та 4 плакатів графічного матеріалу

Метою дипломного проекту є підвищення скорострільності танку Т – 64. В результаті виконання проекту проаналізовано танки : Т – 64, Т – 72, Т - 80, Т – 84У, Т – 90, , Туре – 90, Туре – 98, Туре – 99, ЛЕКЛЕРК, Меркава, STRV-103В. Це дозволило виявити недоліки систем їх заряджання. Основним недоліком є незначний тиск в гідросистемі, та неможливість заміни для його підвищення гідронасосу.

Модернізовано схему механізму автоматичного заряджання, шляхом включення в неї мультиплікатора. Включення мультиплікатора в систему дозволяє значно підвищити тиск робочої рідини, що в свою чергу підвищує швидкість роботи виконавчих елементів. Виконано розрахунок мультиплікатора безперервної дії, підбір обладнання, розроблено складальне креслення та деталювання мультиплікатора. Розроблений технічний процес виготовлення штоку мультиплікатора. У розділі охорони праці було визначено потенційно небезпечні шкідливі фактори, при виконанні роботи, розраховано освітленість робочого місця, яке відповідає нормам.

## Annotation

Diploma project on the theme: "Modernization of the tank charging mechanism of the T-64", consists of four sections, the volume of the explanatory note of 67 pages of the main text, includes 37 figures and 12 tables, and 4 posters of graphic material.

The purpose of the diploma project is to increase the speed of the T-64 tank. As a result of the project, tanks were analyzed: T-64, T-72, T-80, T-84U,

T - 90, Type - 90, Type - 98, Type - 99, DECLERK, Merkava, STRV - 103V. This allowed to identify the disadvantages of their charging systems. The main drawback is the insignificant pressure in the hydraulic system, and the impossibility of replacing it to increase its hydraulic pump.

The circuit diagram of the automatic charge mechanism has been upgraded, by including it in the multiplier. The inclusion of the multiplier in the system can significantly increase the pressure of the working fluid, which in turn increases the speed of the operation of the elements. The calculation of the continuous multiplier, the selection of equipment, the assembly drawing and the multiplication detailing have been made. The technical process of manufacturing a stock multiplier is developed. In the section of labor protection, potentially dangerous hazardous factors were identified, when performing work, the illumination of the workplace, which complies with the norms, is calculated.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ВИДІВ АВТОМАТІВ СИСТЕМ ЗАРЯДЖАННЯ ТАНКІВ.....	9
1.1. Класифікація існуючих видів танків .....	9
1.2. Класифікація існуючих автоматів заряджання .....	15
1.3. Механізм заряджання танка Т-64 .....	19
1.4. Аналіз роботи гідравлічної системи механізму заряджання.....	18
1.5. Пристрої для підвищення тиску в гідравлічній системі.....	20
Мета та задачі .....	23
РОЗДІЛ 2.МОДЕРНІЗАЦІЯ СХЕМИ МЕХАНІЗМУ ЗАРЯДЖАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ГІДРАВЛІЧНОЇ ЧАСТИНИ.....	24
2.1. Модернізація гідравлічної схеми системи заряджання танка Т-64.....	24
2.2. Розрахунок мультиплікатора .....	25
2.2.1. Розрахунок на міцність .....	26
2.2.1.1. Розрахунок товщини стінки та днища корпусу .....	26
2.2.1.2. Розрахунок товщини стінки та днища циліндра .....	27
2.2.1.3. Розрахунок різьбового з'єднання циліндра з корпусом .....	28
2.2.1.4. Розрахунок різьбового з'єднання циліндра з кришкою .....	30
2.2.2. Розрахунок об'ємів порожнин .....	30
2.3. Вибір гідроапаратури та розмірів трубопроводів гідролінії .....	30
2.3.1. Вибір розмірів трубопроводів .....	30
2.3.2. Вибір робочої рідини .....	30

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	7

2.3.3. Вибір гідроапаратури .....	31
2.4. Гідравлічний розрахунок трубопроводів .....	40
2.4.1. Розрахунок втрат тиску на гідравлічне тертя .....	41
2.4.2. Розрахунок втрат тиску у місцевих опорах .....	45
2.4.3. Розрахунок втрат тиску у гідравлічних апаратах .....	46
2.4.4. Втрати тиску на всій гідролінії .....	48
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ .....	51
3.1. Аналіз технологічності конструкції деталі .....	51
3.2. Вибір заготовки .....	51
3.3. Технологічний контроль креслення .....	52
3.4. Вибір типового технологічного процесу і типових схем обробки поверхонь .....	52
3.5. Розрахунок часу та ціни виготовлення деталей .....	57
3.6. Висновок по розділу .....	57
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	58
4.1. Санітарно-гігієнічна характеристика приміщення .....	58
4.2. Вимоги до мікроклімату під час роботи в приміщенні .....	59
4.3. Вимоги до освітлення під час роботи в кімнаті .....	60
4.4. Електробезпека .....	63
4.5. Безпека під час роботи .....	64
4.6. Пожежна безпека .....	66
4.7. Висновки по розділу .....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖРЕЛ.....	66
ДОДАТКИ .....	68
ДОДАТОК А .....	68

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<i>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</i>	Арк.	
							8

## ВСТУП

Одним з факторів підвищення вогневої потужності танків є збільшення бойової скорострільності. Чим вище бойова скорострільність, тим більше можна вразити цілей за один і той же проміжок часу. Підвищення бойової скорострільності і маневреності вогню дає можливість попередити супротивника у відкритті вогню і нанесенні поразки.

При ручному заряджанні гармати 70-75% часу, що витрачається на постріл, є заряджання. Особливо збільшується час на заряджання при стрільбі з ходу. Отже, для підвищення бойової скорострільності необхідно скоротити час на заряджання. Радикально вирішити це питання можна тільки шляхом автоматизації процесу заряджання. Комплекс механізмів, що забезпечують заряджання гармати без участі заряджаючого, називається автоматом заряджання. Введення автомата заряджання може справити позитивний вплив на конструкцію системи. Добре зав'язаний автомат заряджання може звести до мінімуму вимоги до обсягу башти танку і до броні. Автоматичне заряджання боєприпасів знижує робоче навантаження на танк і дає можливість скоротити кількість членів екіпажу. Нові технології в робототехніці, автоматизації, електродвигунах і сучасних мікропроцесорних системах управління, мабуть, придатні для вирішення проблеми автоматичного управління заряджанням [10].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	9

# РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ВИДІВ АВТОМАТІВ СИСТЕМ ЗАРЯДЖАННЯ ТАНКІВ

## 1.1. Класифікація існуючих видів танків

Залежно від маси і габаритів артилерійського пострілу, а також від габаритів бойового відділення танка, конструкції автоматів заряджання можуть бути різноманітними.

За останні роки автомати заряджання прийняті в декількох країнах, наприклад, в Росії: танк Т-72 (рис. 1.1), танк Т-80 (рис. 1.2), танк Т-90 (рис. 1.3); України: танк Т-64 (радянського виконання) (рис. 1.4), танк Т-84 (рис. 1.5); Китаї: танк Type 98 (рис. 1.6), Type 99 (рис. 1.7).



Рис. 1.1. Російський танк Т-72

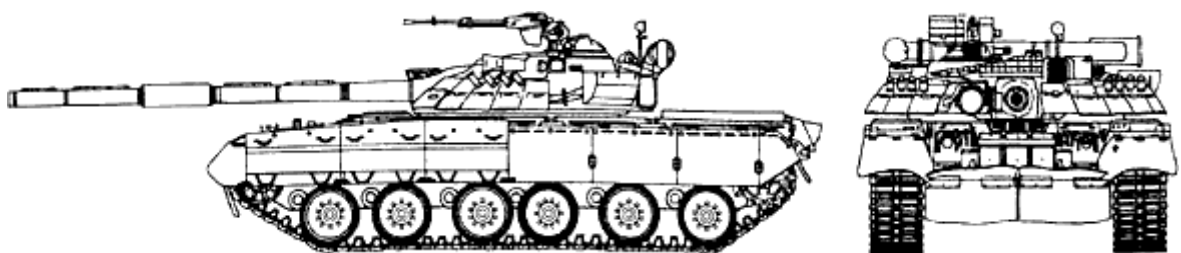


Рис. 1.2. Російський танк Т-80

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						10

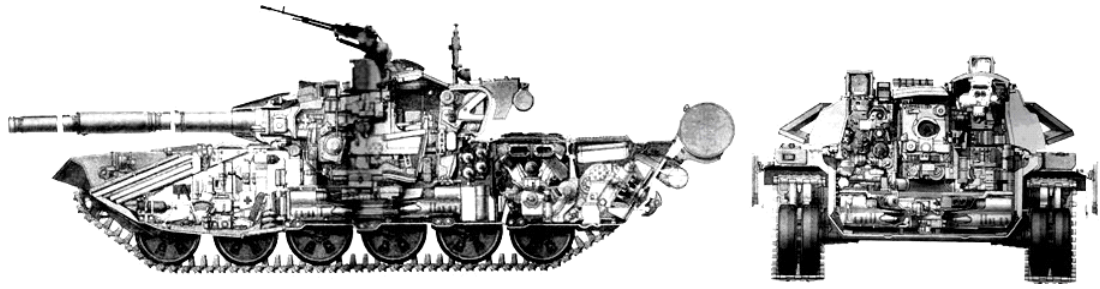


Рис. 1.3. Російський танк Т-90

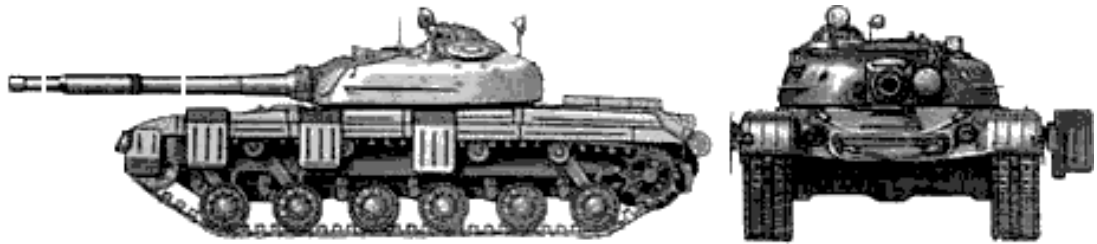


Рис. 1.4. Український (Радянський) танк Т-64

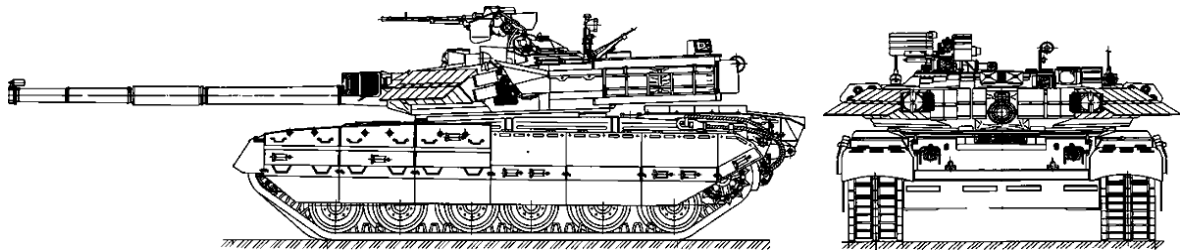


Рис. 1.5. Український танк Т-84У «Оплот»

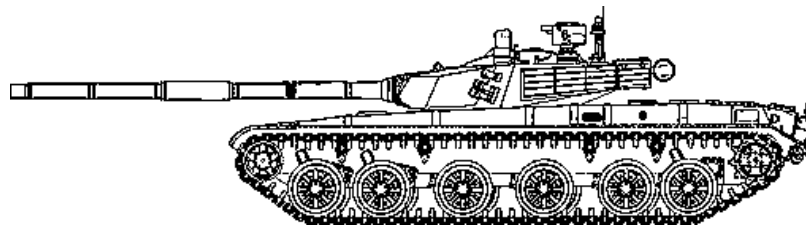


Рис. 1.6. Китайський танк Type 98

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						11

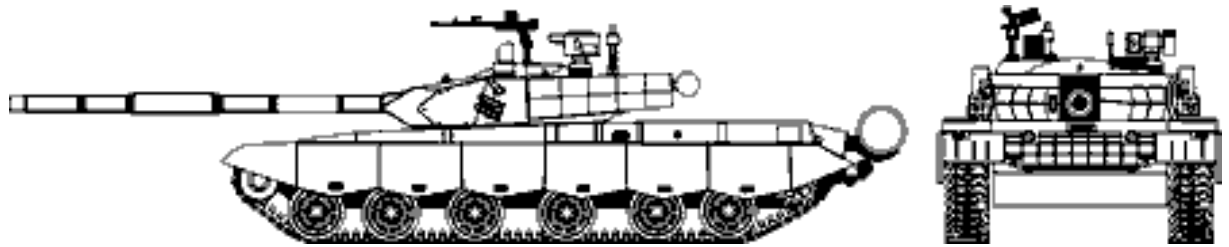


Рис. 1.7. Китайський танк Type 99

Російський, український і китайський автомати заряджання з боеукладкою магазинного типу під баштою дозволяють зменшити висоту танків, зберігаючи максимальний броньовий захист. Автомат заряджає 125-мм постріл роздільного заряджання, що дозволяє укладати більший літальний заряд у велику камеру для досягнення високих початкових швидкостей снарядів. Отже, зазначені автомати заряджання є інтегрованою системою озброєння, яка забезпечує переваги в областях живучості та вражаючої дії.

Деякі члени НАТО ввели або будуть вводити автомати заряджання на своїх танках наступного покоління. На французькому танку «Леклерк» (рис. 1.8) в ніші башти встановлений автомат заряджання, здатний заряджати 120-мм танкові боеприпаси сучасного покоління. Програми з розробки автомата заряджання здійснюються також в Західній Німеччині ( «Леопард-2» з гарматою калібру 140 мм - дослідний зразок, рис 1.9), Японії (танк Type 90, рис. 1.10), Ізраїлі ( «Меркава», рис. 1.11) і Швеції (танк STRV-103В, рис. 1.12). У США програми по танковому випробувальному стенду (ТТВ, рис. 1.13) і укомплектованому особовим складом пульта управління вогнем (MWS) включали автомати заряджання як частина конструкції системи, а приватна промисловість виготовила кілька автоматів заряджання в якості незалежних програм по дослідженню і розробці [10].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						12

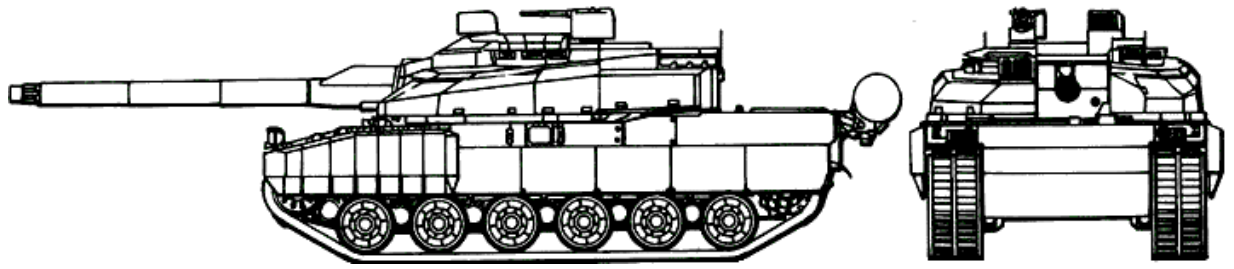


Рис. 1.8. Французський танк «ЛЕКЛЕРК»

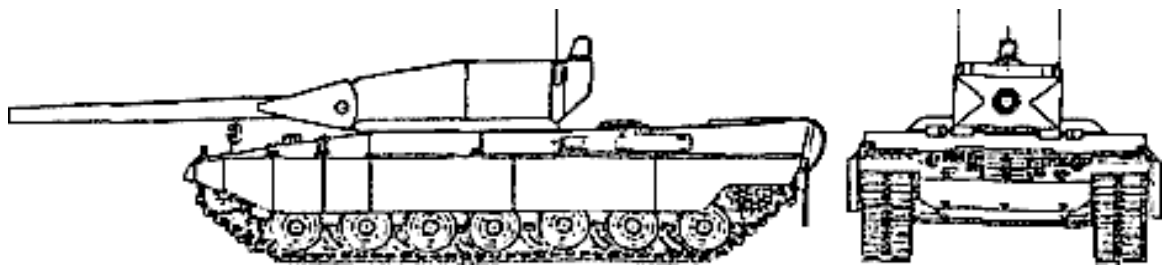


Рис. 1.9. Німецький танк «Леопард-2» з гарматою калібру 140 мм (дослідний зразок)

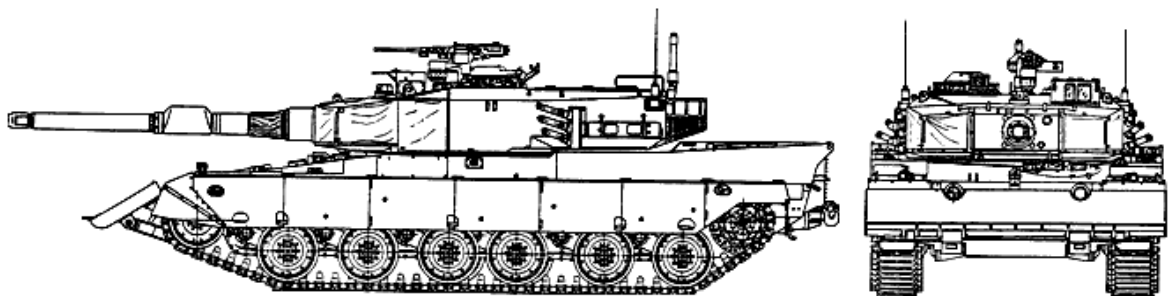


Рис. 1.10. Японський танк Туре 90

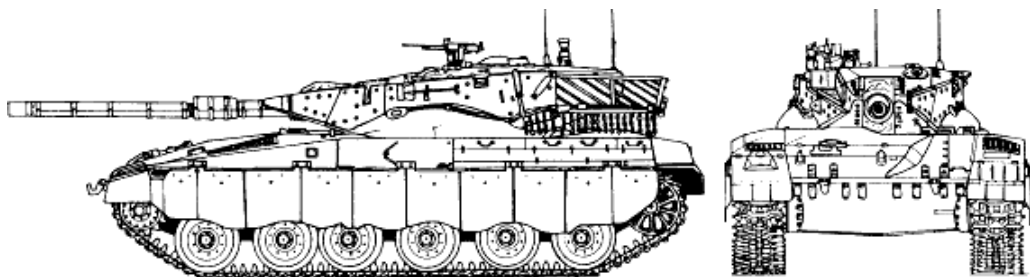


Рис. 1.11. Ізраїльський танк «Меркава»

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.

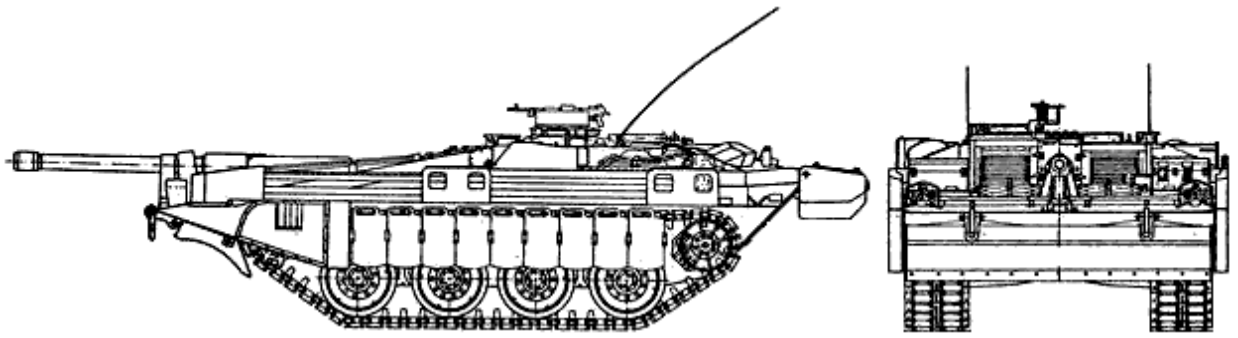


Рис. 1.12. Танк Швеції STRV-103В



Рис. 1.13. Танковий випробувальний стенд (ТТВ) ТАСОМ

## 1.2. Класифікація автоматичних систем заряджання

Залежно від ступеня автоматизації процесу заряджання пристрою заряджання основного зброї танків, БМП і САУ діляться на дві групи :

- механізми, що полегшують процес заряджання;
- автомати заряджання.

Механізми, що полегшують процес заряджання, автоматизують лише окремі, як правило, найбільш трудомісткі операції заряджання. Полегшуючи роботу заряджаючому, вони в той же час скорочують і загальний час, витрачене на заряджання гармати.

До механізмів заряджання відносяться досилач, механізми видалення стріляних гільз (викидача), механізовані боеукладки.

Автомати заряджання забезпечують автоматизацію процесу заряджання повністю. Участь людини в цьому випадку зводиться лише до подачі команди (сигналу) на заряджання гармати тим чи іншим типом пострілу. Ці пристрої

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						14

являють собою автоматичні системи програмного управління [10].

Процес заряджання танкової гармати не тільки трудомісткий, але і досить складний. Тому конструктивно автомати заряджання виконані у вигляді комплексу взаємопов'язаних механізмів і приводів, що забезпечують послідовне виконання наступних операцій:

- визначення місцезнаходження необхідного типу снаряда в механізованій боеукладці і його подачу на лінію заряджання;
- виведення елементів пострілу на лінію досилання;
- досилання снаряда і заряду в зарядну камеру гармати;
- уловлювання стріляної гільзи (піддона);
- видалення гільзи (піддона) з танка або її перекидка в вільну секцію механізованої боеукладки.

Технічно виконати ці операції складно. Найважчим є завдання переміщення пострілу з механізованої боеукладки в зарядну камеру. Існує велика різноманітність конструкцій автоматів заряджання, що розрізняються між собою видом боеукладки, положенням гармати при заряджанні, типом виконавчих приводів та інші. Аналіз варіантів конструкцій автоматів заряджання танкових гармат показує, що в залежності від місця розміщення механізованих боеукладок і виду траєкторій виведення пострілів на лінію досилання всі вони можуть бути зведені до наступних трьох принципових схем (рис. 1.14):

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						15

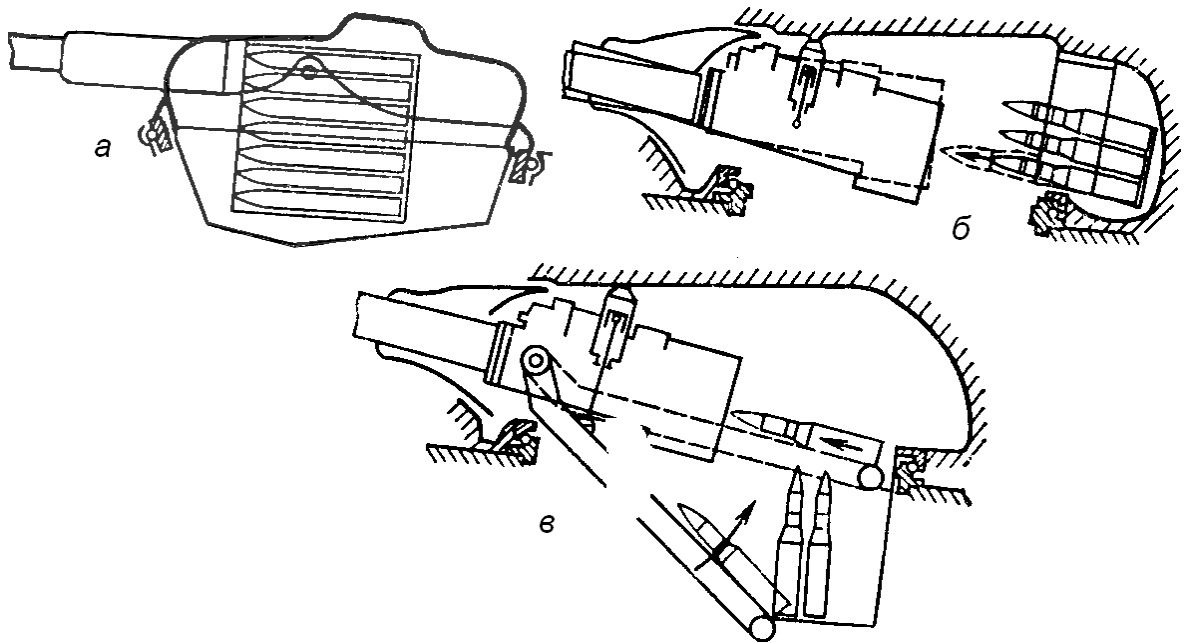


Рис. 1.14. Схеми систем автоматичного заряджання:

(а – боеукладка встановлена на одній вісі з гарматою; б - елементи АСЗ розміщені в ніші башти; в - елементи АСЗ встановлені в бойовому відділенні в корпусі танка)

- боеукладка та інші виконавчі механізми АСЗ встановлені на одній вісі з гарматою в ніші гармати, що коливається (АМХ-13) або в корпусі (STRV-103В) (Рис. 1.12), заряджання здійснюється при будь-якому куті нахилу;
- елементи АСЗ розміщені в ніші башти («Леклерк») (Рис. 1..8);
- елементи АСЗ розміщені в бойовому відділенні в корпусі танка (Т-64, Т-72, Т-80, Т-90) (Рис. 1.4.), заряджання здійснюється при певному і чітко фіксованому куті піднесення гармати.

В автоматах заряджання, виконаних за першою схемою, артилерійські постріли можуть бути розміщені в касетах, що кріпляться до колісці в барабанах, що крутяться, що охоплюють казенну частину гармати, або (для гармат малого калібру) в стрічках. Оскільки і касети і барабани жорстко пов'язані з гарматою, то її заряджання може здійснюватися при будь-якому положенні гармати відносно башти, тобто при будь-якому куті піднесення. До переваг автоматів заряджання даного типу слід віднести відносну простоту конструкції і відсутність перерв в спостереженні за полем бою, що викликаються встановленням гармати на

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						16

фіксований кут для заряджання. Недоліками цієї системи є досить обмежене число пострілів, що зберігаються в барабанах або касетах, а також мінливість моменту неврівноваженості гармати, що змінюється в міру витрати боєкомплекту.

Автомати заряджання даного типу доцільно застосовувати для гармат малого калібру. Вони отримали застосування на бойовій машині піхоти БМП-3 і французькому легкому танку АМХ-13.

Автомати заряджання з виведенням пострілу на лінію досилання без встановлення гармати на кут заряджання мають спеціальний механізм важеля, укріплений на цапфах гармати і забезпечує передачу пострілів з механізованим укладанням на лоток досилача. Ця операція здійснюється при будь-якому куті піднесення гармати. Конструкція автомата вимагає наявності в танку великого просвіту між казенною частиною гармати і погоном башти, тобто збільшення розмірів башти, через що дана схема не отримала використання в танках.

Автомати заряджання, виконані за третьою схемою, знайшли застосування в сучасних вітчизняних танках, конструкція башт яких відрізняється малим просвітом між казенною частиною гармати і погоном башти. Постріли роздільного заряджання розміщуються в спеціальних лотках або касетах механізованої боєукладки, що крутиться. При заряджанні гармата автоматично приводиться до певного кута заряджання і надійно стопориться в цьому положенні. Завдяки цьому істотно спрощується передача пострілу з боєукладки на лінію досилання. Кінематична схема автомата під час переключення пострілу і заряджання є жорсткою конструкцією, в якій гармата і боєукладка займають задане і строго фіксоване положення, забезпечуючи необхідну траєкторію руху пострілу [10].

Всі механізми автомата заряджання приводяться в дію виконавчими приводами (електромашинними або електрогідравлічними), забезпечуючи обертання механізованої боєукладки і роботу всіх інших механізмів автомата, а також стопоріння гармати при заряджанні.

Управління приводами здійснюється релейно-контактною електричною схемою, що діє за певною програмою відповідно до черговості виконання

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						17

операцій при заряджанні гармати.

У межах кожної компонованої схеми АСЗ можна класифікувати за різними ознаками. Зокрема, АСЗ виконані за третьою компонованою схемою, можуть бути класифіковані:

а) за типом механізованої боеукладки:

- конвеєрне кабінне;
- конвеєрне безкабінне;
- магазинне.

б) за способом узгодження гармати і пострілу на лінії досилання:

- з постійним кутом заряджання і приведенням гармати на лінію досилання;
- з постійним кутом заряджання і спільним приведенням гармати і пострілу на лінію досилання.

в) за способом досилання пострілу:

- з одноконтактним (спільним) досиланням снаряду і заряду для пострілів роздільного заряджання;
- з двоконтактним (роздільним) досиланням снаряду і заряду пострілів роздільного заряджання;

г) за типом виконавчих приводів механізмів АСЗ:

- з електромеханічними виконавчими приводами;
- з електрогідравлічними виконавчими приводами.

Виділяючи інші класифікаційні ознаки, наведену вище класифікацію можна продовжити, однак і цього достатньо для того, щоб розрізнити АСЗ, що застосовуються на ВІТЧИЗНЯНИХ танках [10].

### 1.3 Механізм заряджання танку Т-64

Автоматична система заряджання, іменована механізмом заряджання (МЗ) - відноситься до кабінного типу з електрогідравлічними виконавчими приводами, постійним кутом заряджання і спільним досиланням снаряда і заряду.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	18

Структура МЗ включає наступні основні механічні, гідравлічні чи електричні вузли:

Механічні вузли:

- конвеєр з лотками;
- механізм повороту конвеєра (МПК) з гідромеханічним стопором і приводом візуального покажчика;
- механізм подачі (МП) з ручним приводом, копірами і пристроєм розчеплення;
- механізм досилання (МД) з приводом скидання засувки уловлювача;
- механізм уловлювання викидуючого піддону з приводним пристроєм.

Гідравлічні вузли:

- гідропривідні і гідророзподілюючі пристрої розташовані на гідропанелі;
- виконавчі гідровузли (гідромотор приводу МПК, рейковий силовий циліндр приводу МД, виконавчий циліндр приводу МП);
- гідравлічний стопор гармати з ручним приводом;
- бак і система трубопроводів.

Електричні вузли:

- візуальний покажчик (ВУ);
- блок керування;
- кінцеві перемикачі;
- електричні перемикачі, виконують блокувальні функції;
- пульт керування;
- пульт завантаження і розвантаження (ПЗ);
- пульт дублювання.

#### 1.4 Аналіз роботи гідравлічної системи механізму заряджання

Всі механізми автомату заряджання приводяться в дію єдиною гідравлічною системою (рис.1.15), що має в своєму складі п'ять гідравлічних приводів дросельного регулювання: приводи механізму повороту конвеєра і

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	19

стопору конвеєра привід стопору гармати, привід механізму досилання і привід механізму подачі.

Потік робочої рідини надходить від одного гідравлічного насоса аксіально-поршневого типу, що приводиться в дію електричним двигуном.

На танках з ракетним озброєнням в гідросистемі передбачений спеціальний гідроаккумулятор. Він забезпечує накопичення енергії робочої рідини, що знаходиться під надлишковим тиском в порожнині «А» за рахунок стиснення повітря в порожнині «Б». Ця енергія використовується при заряджанні гармати ракетою для підвищення швидкості її досилання в зарядну камеру. При заряджанні гармати звичайними снарядами гідроаккумулятор не працює [10].

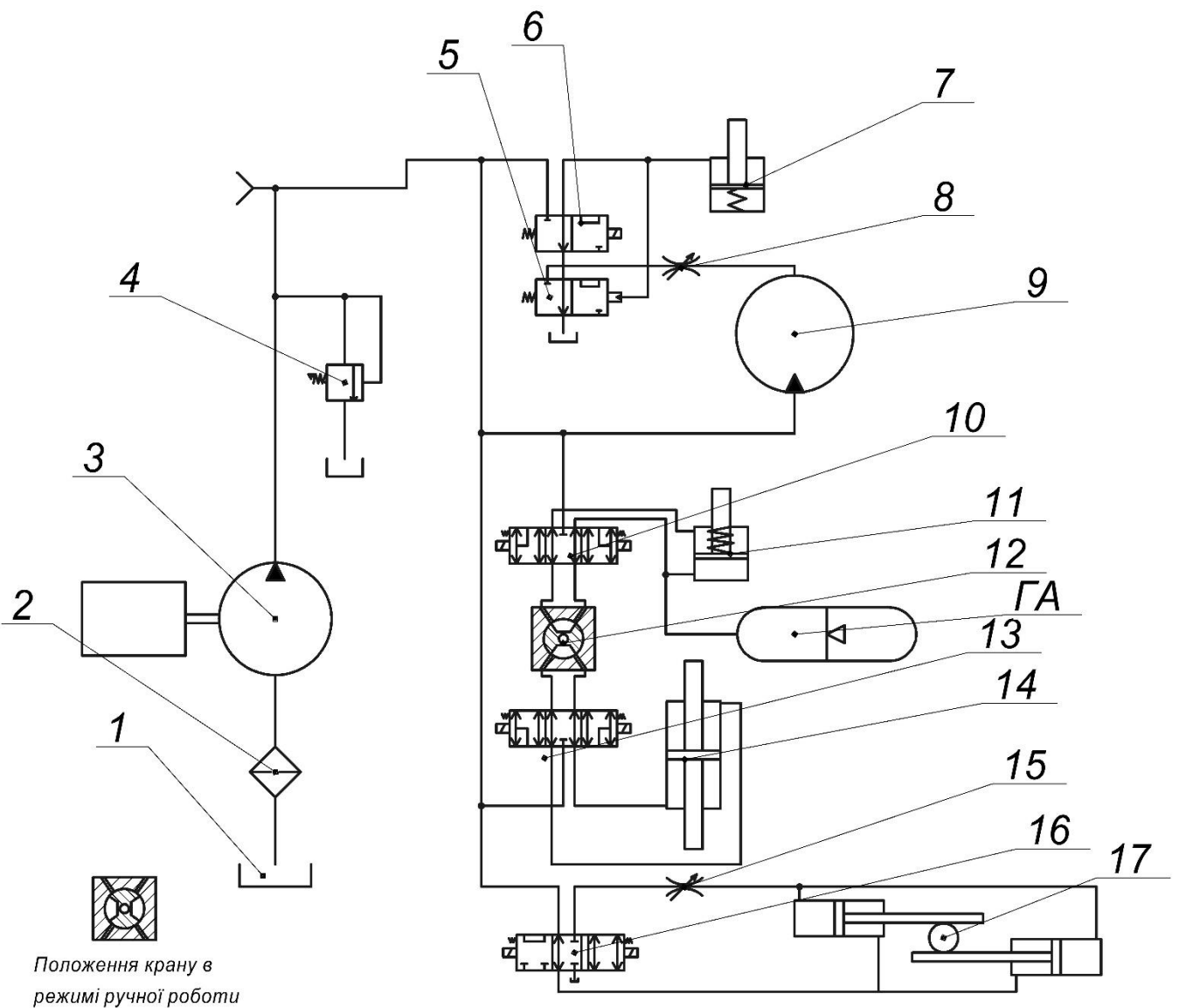


Рис.1.15. Принципова гідравлічна схема автомату заряджання:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						20

(1 – гідравлічний бак; 2 - масляний фільтр; 3 - гідравлічний насос з привідним електродвигуном; 4 - запобіжний клапан; 5 - золотник механізму повороту конвеєра; 6 - золотник стопору конвеєра; 7 - стопор конвеєра; 8, 15 - дросель; 9 - гідромотор повороту конвеєра; 10 - золотник стопора гармати; 11 - стопор гармати; 12 - кран перемикання режимів роботи; 13 - золотник силового циліндра; 14 - силовий циліндр механізму подачі; 16 - золотник механізму досилання; 17 - виконавчі механізми досилання)[10].

Робота схеми :

Насос 3 через фільтр 2 з баку 1, подає робочу рідину в систему. Тиск в системі регулюється клапаном 4. Розподільники 6, 10 та 15 перемикаються електромагнітами. Розподільник 6 подає рідини на гідроциліндр 7 (знімається стопор конвеєра), що дозволяє перемикнути розподільнику 5 (через підвищення тиску в штоковій порожнині гідроциліндра 7), який в свою чергу дозволяє відкриття зливу рідини гідромотора 9 (обертання конвеєра). Після обертання гідромотора 9 на потрібний кут розподільник 6 відкриває злив рідини з штокової порожнини гідроциліндра 7 (стопор конвеєра), в наслідок чого перемикається розподільник 5, та перекриває злив рідини з гідромотора 9. Розподільник 10 керує циліндром 11, який стопорить гармату (гідроаккумулятор ГА, служить для підвищення тиску в разі пуску ракет). Розподільник 14 керує циліндром механізму подачі. Розподільник 16 керує механізмом досилання 17. Дросель 8 керує швидкістю обертання гідромотора 9 (конвеєра), дросель 15 – механізму досилання. Вентиль 12 служить для перемикання режиму роботи гідросистеми (автоматичний - ручний, ручний - автоматичний).

### 1.5. Пристрої для підвищення тиску в гідравлічній системі

Вимоги, що ставляться до гідроприводу в заданій системі заряджання характеризуються підвищеним тиском. Отримати вказані тиски за допомогою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						21

серійних насосів і транспортувати рідину під таким тиском через нормалізовані апарати не можна, оскільки ми не можемо змінювати насос.

У таких випадках застосовуються перетворювачі (в технічній літературі ці пристрої ще називають мультиплікаторами, трансформаторами і підсилювачами). Найпростіша конструкція мультиплікатора одинарної дії і схема підключення його в систему показана на Рис. 1.16.

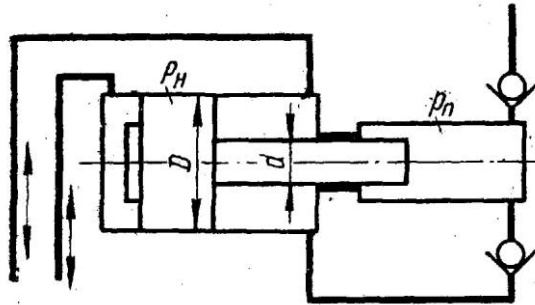


Рис.1.16. Конструкція і схема підключення мультиплікатора одинарної дії  
Перетворювачі одинарної дії не можуть тривалий час створювати рівномірну витрату рідини і потребують холостого ходу, який необхідний для зарядки його штокової порожнини.

Перетворювачі подвійної дії (Рис. 1.17) позбавлені вказаного недоліку і забезпечують практично рівномірну подачу рідини під високим тиском. Для реверсування поршня з двостороннім штоком, якими поперемінно вижимається в систему рідина під високим тиском  $p_B$ , застосовується декілька способів.

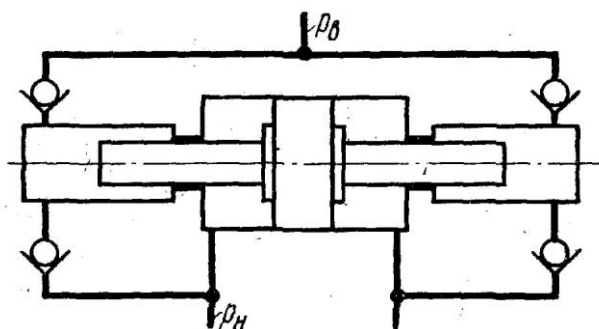


Рис. 1.17. Конструкція і схема підключення мультиплікатора подвійної дії

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ		Арк.
							22

## Вибір та опис роботи мультиплікатора

Виберемо за основу мультиплікатор подвійної дії (Рис. 1.18), так як в системі потрібна рівномірна витрата.

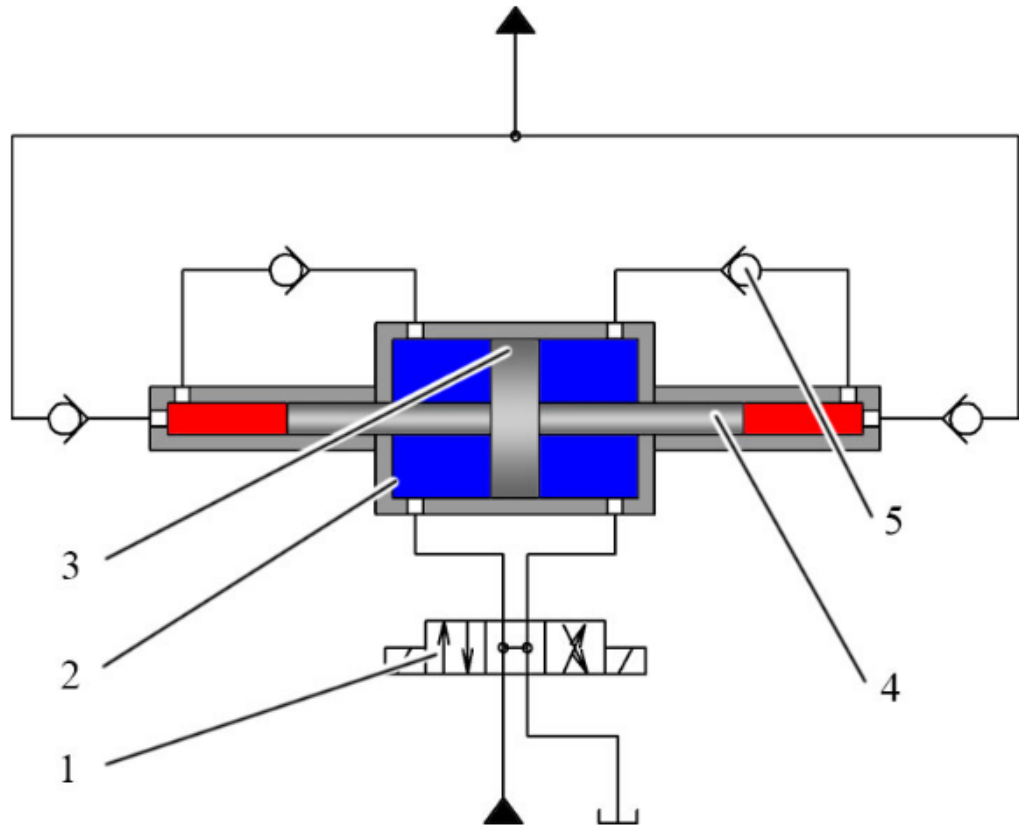


Рис. 1.18. Мультиплікатор тиску безперервної дії [3]

Потік рідини через розподільник 1 направляється в одну з порожнин циліндра 2 низького тиску. Поршень низького тиску 3 жорстко з'єднаний з плунжерами високого тиску 4. При переміщенні поршня 1 здійснюється стиснення рідини під одним з плунжерів високого тиску. При досягненні поршнем 1 одного з крайніх положень спрацьовує датчик, що перемикає електромагніт розподільника 1. Обратні клапани 5 не допускають перетікання рідини з магістралі високого тиску в систему низького тиску [3].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						23

## Мета та задачі

Мета проекту підвищення ефективності роботи автомата системи заряджання і подачі снарядів та підвищення швидкострільності системи танку Т-64.

### Задачі :

- аналіз існуючих видів автоматів систем заряджання танків;
- модернізація гідравлічної схеми системи заряджання танка Т-64;
- розрахунок гідравлічної мережі автомату системи заряджання;
- вибір гідроапаратури та розмірів трубопроводів гідравлічних ліній;
- розрахунок мультиплікатора.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					<i>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</i>	24

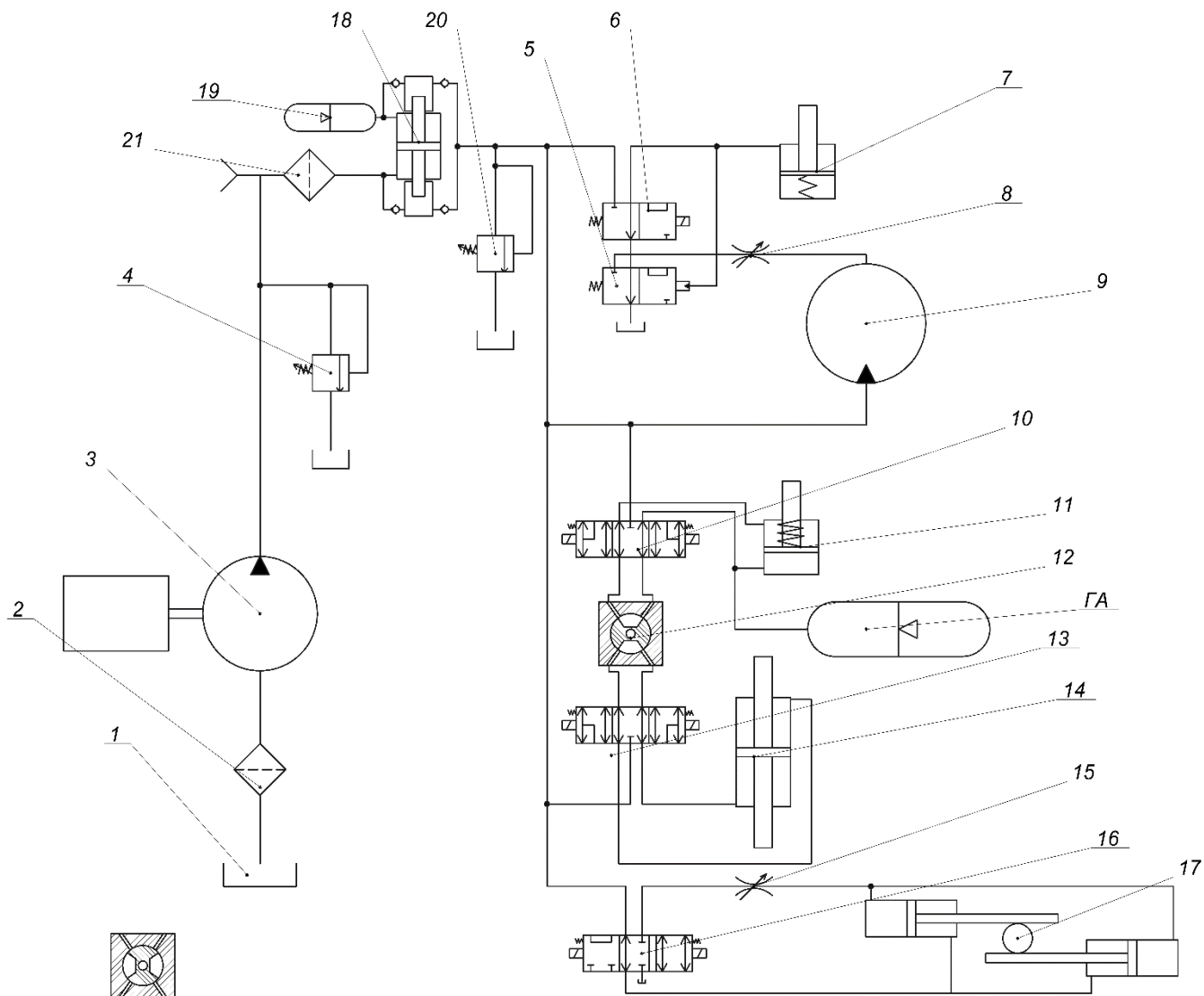
## РОЗДІЛ 2. МОДЕРНІЗАЦІЯ СХЕМИ МЕХАНІЗМУ ЗАРЯДЖАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ГІДРАВЛІЧНОЇ ЧАСТИНИ

### 2.1 Модернізація гідравлічної схеми системи заряджання танка Т-64

Запропонована схема автомату заряджання (рис. 2.1) включає: гідравлічний бак 1; масляний фільтр 2; гідравлічний насос з привідним електродвигуном - 3; запобіжний клапан – 4, 20; золотник механізму повороту конвеєра - 5; золотник стопору конвеєра - 6; стопор конвеєра - 7; дросель- 8,15 ; гідромотор повороту конвеєра - 9; золотник стопора гармати - 10; стопор гармати - 11; кран перемикавання режимів роботи - 12; золотник силового циліндра - 13; силовий циліндр механізму подачі - 14; золотник механізму досилання - 14; виконавчі механізми досилання - 17; мультиплікатор - 18; гідроакумулятор -19.

Насос 3 через фільтр 2 з баку 1, подає робочу рідину на мультиплікатор з гідроакумулятором 18 та 19, після чого рідина з підвищеним тиском йде в систему. Тиск в системі регулюється клапаном 4 та 20. Розподільники 6, 10 та 15 перемикаються електромагнітами. Розподільник 6 подає рідини на гідроциліндр 7(знімається стопор конвеєра), що дозволяє перемикнути розподільнику 5 (через підвищення тиску в штоковій порожнині гідроциліндра 7), який в свою чергу дозволяє відкриття зливу рідини гідромотора 9 (обертання конвеєра). Після обертання гідромотора 9 на потрібний кут розподільник 6 відкриває злив рідини з штокової порожнини гідроциліндра 7 (стопор конвеєра), в наслідок чого перемикається розподільник 5, та перекриває злив рідини з гідромотора 9. Розподільник 10 керує циліндром 11, який стопорить гармату (гідроакумулятор ГА, служить для підвищення тиску в разі пуску ракет). Розподільник 14 керує циліндром механізму подачі. Розподільник 16 керує механізмом досилання 17. Дросель 8 керує швидкістю обертання гідромотора 9 (конвеєра), дросель 15 – механізму досилання. Вентиль 12 служить для перемикавання режиму роботи гідросистеми (автоматичний - ручний, ручний - автоматичний).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	25



Положення крану в режимі ручної роботи

Рис. 2.1 Принципова гідравлічна схема автомату заряджання:

(1 – гідравлічний бак; 2 - масляний фільтр; 3 - гідравлічний насос з привідним електродвигуном; 4 - запобіжний клапан; 5 - золотник механізму повороту конвеєра; 6 - золотник стопору конвеєра; 7 - стопор конвеєра; 8, 15 - дросель; 9 - гідромотор повороту конвеєра; 10 - золотник стопора гармати; 11 - стопор гармати; 12 - кран перемикання режимів роботи; 13 - золотник силового циліндра; 14 - силовий циліндр механізму подачі; 16 - золотник механізму досилання; 17 - виконавчі механізми досилання; 18-мультиплікатор; 19-гідроаккумулятор).

## 2.2 Розрахунок мультиплікатора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						26

До циліндра великого діаметру  $D$  рідина від насоса підводиться під тиском  $p_H$  при цьому зусилля  $P$ , що розвивається циліндром, буде :

$$P = 0,785 p_H D^2 = 0,785 p_H d^2$$

де  $p_H$  - вихідний тиск (по технічному завданню  $p_H = p_{проб} = 60 \text{ МПа}$ );

$d$  - діаметр плунжера мультиплікатора.

Якщо знехтувати силами тертя, то коефіцієнт підсилення, створюваний мультиплікатором:

$$K = \frac{D^2}{d^2} = \frac{p_H}{p_H} = \frac{60}{17} = 3,53.$$

$$\frac{D^2}{d^2} = 3,53, \quad D = \sqrt{3,53}d.$$

Прийmemo  $d=0,025\text{м}$ . Звідси  $D = \sqrt{3,53} \cdot 0,025 \approx 0,0460\text{м}$ .

Діаметри підходящих отворів  $d_n$ , мм:

$$d_n = 4,6 \sqrt{\frac{Q}{V_p}},$$

де  $Q$  – витрата рідини через прохідний отвір, л/хв;

$V_p$  – середня швидкість прямування рідини, м/с.

$$d_n = 4,6 \sqrt{\frac{0,04}{3,5}} = 4,6$$

Отримане значення округлюємо до найближчого по ГОСТ 16516-80  $d_n = 5\text{мм}$  [12].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.	
							27

## 2.2.1 Розрахунок на міцність

В якості матеріалу кришок, гільзи та штоку мультиплікатора взято Сталь 45ХН по ГОСТ 4543-71 , для якої:

- границя міцності при розтязі :  $\sigma_s = 105 \text{ кгс/мм}^2$ ;
- границя текучості, пропорційності:  $\sigma_m = 85 \text{ кгс/мм}^2 = 850 \text{ МПа}$ ;
- допустиме напруження при розтязі:  $[\sigma_p] = 1800 \text{ кгс/см}^2$ ;
- допустиме напруження при зрізі:  $[\tau_{зр}] = 1030 \text{ кгс/см}^2 = 103 \text{ МПа}$ .

### 2.2.1.1 Розрахунок товщини стінки та днища корпусу

Для розрахунку товщини стінки для деталей із в'язких матеріалів застосовують третю теорію тривкості:

$$S_k = \frac{d}{2} \left( \sqrt{\frac{\sigma_{дон}}{\sigma_{дон} - 1,73 p_{проб}}} - 1 \right),$$

де  $d$  - внутрішній діаметр порожнини високого тиску корпусу;

$p_{проб}$  - максимальний тиск на виході мультиплікатора;

$\sigma_{дон}$  - допустиме напруження.

$$\sigma_{дон} = \frac{\sigma_0}{n},$$

де  $\sigma_0$  - небезпечне напруження. Для деталей, що виготовляються з пластичних матеріалів, небезпечним напруженням слід вважати границю текучості, тобто  $\sigma_0 = \sigma_m$ ;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						28

$n$  - коефіцієнт запасу міцності. Запас міцності для пластичних матеріалів приймають:  $n = 14 - 16$ . Прийmemo  $n = 1,5$ .

Допустиме напруження:

$$\sigma_{дон} = \frac{850}{1,5} = 560 \text{ МПа}.$$

Мінімально-допустима товщина стінки корпусу :

$$S_{\kappa} = \frac{0,025}{2} \left( \sqrt{\frac{560}{560 - 1,73 \cdot 60}} - 1 \right) \approx 0,011 \text{ м}.$$

Товщину днища корпусу мультиплікатора визначимо за формулою:

$$S_{\delta} = 0,433d \sqrt{\frac{p_{проб}}{\sigma_{дон}}} = 0,433 \cdot 0,025 \sqrt{\frac{60}{560}} \approx 0,0014 \text{ м}.$$

### 2.2.1.2 Розрахунок товщини стінки та днища циліндра

Аналогічно, як і в пункті 2.2.1.1 розрахуємо товщину стінки циліндра мультиплікатора за третьою теорією міцності:

$$S_{\zeta} = \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{\sigma_{дон}}{\sigma_{дон} - 1,73 p_{ном}}} - 1 \right) = \frac{0,046}{2} \left( \sqrt{\frac{560}{560 - 1,73 \cdot 17}} - 1 \right) \approx 0,005 \text{ м}.$$

Мінімальну товщину днища корпусу мультиплікатора визначимо за формулою:

$$S_{\delta\zeta} = 0,433D \sqrt{\frac{p_{ном}}{\sigma_{дон}}} = 0,433 \cdot 0,046 \sqrt{\frac{17}{560}} \approx 0,0014 \text{ м}.$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.

2.2.1.3 Розрахунок різьбового з'єднання циліндра з корпусом  
Використовуємо ГОСТ 24705 – 81 [11]

Різьбові з'єднання розраховують на зріз. Дотичні напруження в різьбленні розраховують за формулою:

$$\tau = \frac{p_p \cdot d_0 \cdot k_1}{0,2 \cdot d_6^3},$$

де  $p_p = k_3 \cdot P$  - розрахункове навантаження.  $k_3$  - коефіцієнт затягування, що при перемінному навантаженні знаходиться в межах  $k_3 = 2,5 \div 4$ . Прийmemo  $k_3 = 3$ .

$P$  - зусилля, що діє на різьбове з'єднання;

$d_0$  - зовнішній діаметр різьблення;

$k_1$  - коефіцієнт, що залежить від коефіцієнта тертя фрикційної пари.

Прийmemo  $k_1 = 0,12$ ;

$d_6$  - внутрішній діаметр різьблення.

Зусилля  $P$ , що діє на різьбове з'єднання можна розрахувати за формулою:

$$P = p_u \cdot F_u,$$

де  $p_u$  - максимальний тиск у порожнині циліндра.  $p_u = 17 \text{ Па}$ ;

$F_u$  - площа поперечного перерізу порожнини циліндра:

$$F_u = \frac{\pi \cdot d_u^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,046^2}{4} \approx 1,66 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 1660 \text{ мм}^2,$$

Зусилля  $P$ , що діє на різьбове з'єднання:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						30

$$P = 0,017 \cdot 1660 = 282H.$$

Розрахункове навантаження:

$$p_p = 3 \cdot 282 = 846H.$$

Дотичні напруження в різьбленні:

$$\tau = \frac{846 \cdot 85 \cdot 0,12}{0,2 \cdot 82,546^3} \approx 6,3 \text{ МПа}$$

Умова міцності при зрізі:

$$\tau \leq [\tau_{зр}],$$

де  $[\tau_{зр}] = 103 \text{ МПа}$ , що зазначено вище.

Отже,  $\tau < [\tau_{зр}]$ . Умова міцності виконується.

#### 2.2.1.4. Розрахунок різьбового з'єднання циліндра з кришкою

Оскільки в даному випадку маємо аналогічні дані з попереднім пунктом, то можна зробити висновок, що розрахунок буде аналогічний, тобто умова міцності виконується.

#### 2.2.2. Розрахунок об'ємів порожнин

Об'єм порожнини високого тиску корпусу мультиплікатора можна визначити за формулою:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	31

$$V_{\kappa} = F_{\kappa} \cdot s_{ш},$$

де  $s_{ш}$  - довжина ходу штока;  $s_{ш} = 0,16 м$ ;

$F_{\kappa}$  - площа поперечного перерізу корпусу:

$$F_{\kappa} = \frac{\pi \cdot d_{\kappa}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} = 4,90 \cdot 10^{-4} м^2.$$

Об'єм порожнини високого тиску:

$$V_{\kappa} = 4,90 \cdot 10^{-4} \cdot 0,16 \approx 7,65 \cdot 10^{-5} м^3 = 76 см^3.$$

Об'єм поршневої порожнини циліндра мультиплікатора  $V_{пц}$ ,  $м^3$ , можна визначити за формулою:

$$V_{пц} = F_n \cdot s_n,$$

де  $F_n$  - площа поперечного перерізу поршневої порожнини циліндра:

$$F_n = \frac{\pi \cdot d_y^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,046^2}{4} \approx 16,61 \cdot 10^{-4} м^2,$$

де  $d_y$  - внутрішній діаметр циліндра.

Об'єм поршневої порожнини циліндра:

$$V_{пц} = 16,61 \cdot 10^{-4} \cdot 0,16 \approx 2,65 \cdot 10^{-4} м^3 = 266 см^3.$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						32

Об'єм штокової порожнини циліндра мультиплікатора  $V_{шц}$ ,  $m^3$ , можна визначити за формулою:

$$V_{шц} = F_{ш} \cdot s_n,$$

де  $F_{ш}$  - площа поперечного перерізу штокової порожнини циліндра:

$$F_n = \frac{\pi \cdot (d_u - d_{ш})^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,046 - 0,025)^2}{4} \approx 0,99 \cdot 10^{-4} m^2,$$

де  $d_{ш}$  - діаметр штока.

Об'єм штокової порожнини циліндра:

$$V_k = 0,99 \cdot 10^{-4} \cdot 0,16 \approx 0,16 \cdot 10^{-4} m^3 = 16 cm^3.$$

## 2.3 Вибір гідроапаратури та розмірів трубопроводів гідролінії

### 2.3.1 Вибір розмірів трубопроводів

Згідно з ГОСТ 6286-73 вибираємо гідравлічні шланги з внутрішнім діаметром 5мм[2].

### 2.3.2 Вибір робочої рідини

Робочу рідину виберемо МГЕ-10А(Табл. 2.1).Гідромастило МГЕ-10А застосовується в якості робочої рідини в гідроприводах, Гідропередача і циркуляційних масляних системах різних агрегатів, машин і механізмів, які

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						33

входять до складу обладнання промислових підприємств, сільськогосподарської, будівельної, дорожньо-будівельної техніки [4].

Таблиця 2.1

Характеристики мастила МГЕ-10А

В'язкість кінематична, при (+ 40 ° С), мм <sup>2</sup> / с, не менше	12
Температура спалаху , ° С, не нижче	125
Температура застигання, ° С, не вище	-40
Індекс в'язкості, не менше	95
Кислотне число, мг КОН на 1 г масла, не більше	0,04

2.3.3 Вибір гідроапаратури

Потрібну стандартну гідроапаратуру згідно з схемою дивитися Рис. 2.1 та параметрами гідродвигуна вибирають з літератури.

2.3.4 Насос аксіально поршневий

Вибираємо насос НС-4/320 [1], з такими характеристиками(Табл. 2.2) :

Таблиця 2.2

Характеристики насосу НС-4/320.

Робочий об'єм насоса, см <sup>3</sup>	4
Номінальна подача, л/хв	5,25
Частота обертів, об/хв	1500
ККД	0,82
Маса, кг	25

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<b>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</b>	Арк.
						34

Габаритні, приєднувальні розміри зображені на Рис. 2.2 та Рис 2.3.

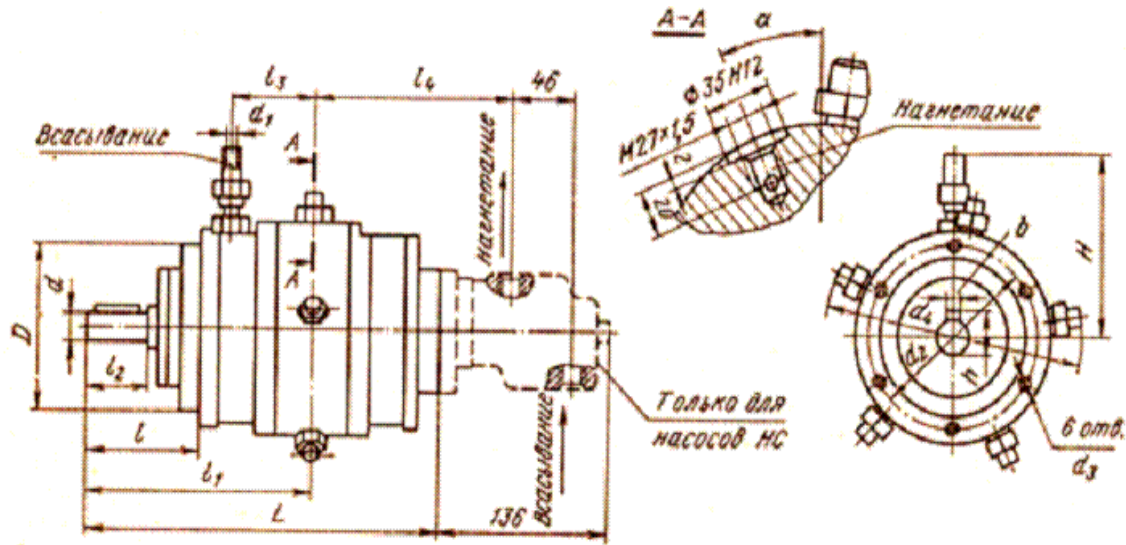


Рис. 2.2. Габаритні розміри аксіально поршневого гідронасосу НС-4/320 [1].

Типорозміри	D (h6)	d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	L	l	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	b	H	h	α, °
НА 4/320; НА 6,3/320 М; НС $\frac{4/320}{3,2...12,5/63}$ М*;																
НС $\frac{6,3/320}{3,2...12,5/63}$ М*;	120	25	14	134	M8	214	290	90	183	60	61	166	8	137	28	26
НА 10/320 М; НС $\frac{10/320}{3,2...12,5/63}$ М*																
НА 16/320; НА 25/320 М; НА 32/320 М; НС $\frac{16/320}{3,2...12,5/63}$ М*;																
НС $\frac{25/320}{3,2...12,5/63}$ М*;	130	36	26	160	M10	254	382	108	237	80	86	204	10	170	39	30
НС $\frac{32/320}{3,2...12,5/63}$ М*																

Рис. 2.3. Приєднувальні розміри насосу НС-4/320 [1].

### 2.3.5 Фільтр

Вибираємо фільтр NEW FILTER FS-7 SERIES [5], з такими характеристиками (Табл. 2.3) :

Таблиця 2.3

Характеристики фільтру NEW FILTER FS-7 SERIES

Пропускна здатність, л/хв	160
Робоча температура, °C	-25..+100
Лінія відкриття бай-пасу при, бар	0,3
Максимальний тиск, МПа	63

Габаритні розміри зображені на Рис. 2.4.

Графік залежності тиску від пропускної здатності Рис. 2.5.

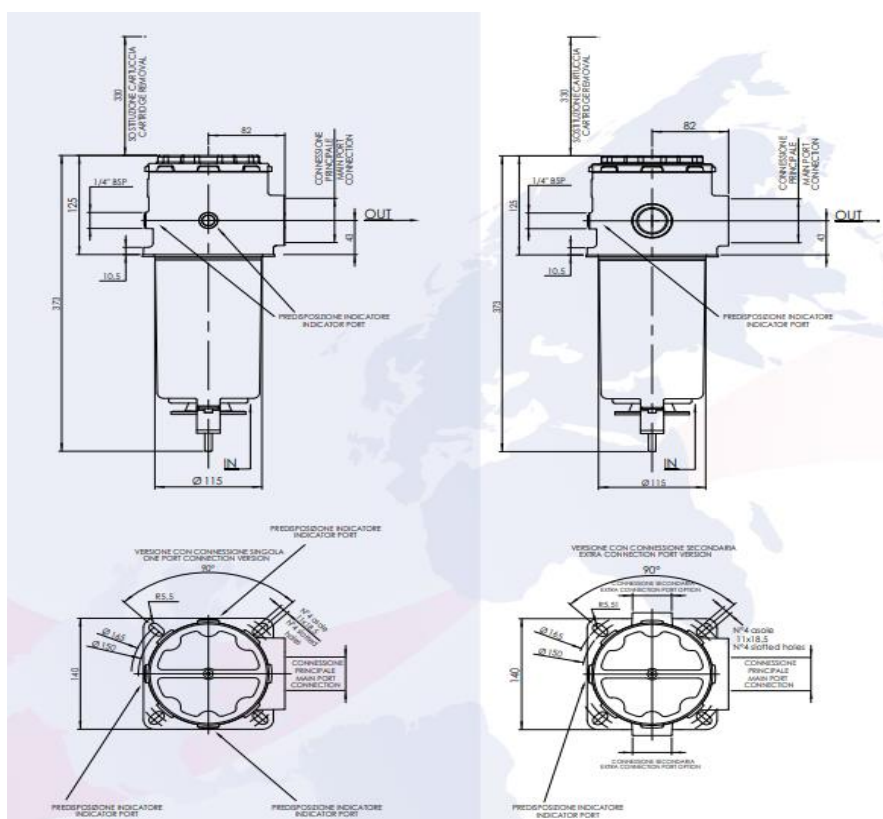


Рис. 2.4. Напірний фільтр [5]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<b>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</b>	Арк.
						36

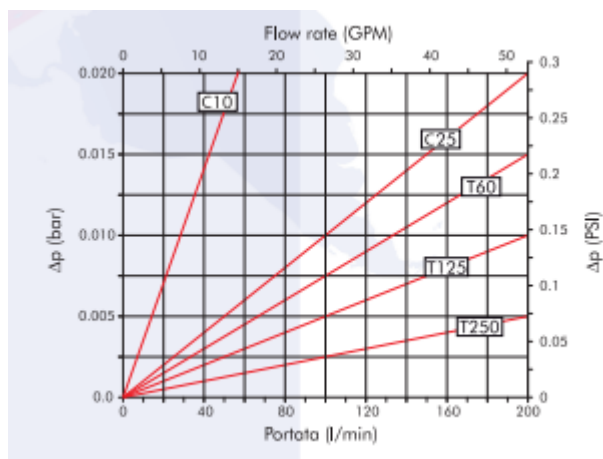


Рис. 2.5. Графік залежності тиску від пропускної здатності фільтру [5].

### 2.3.6 Запобіжний клапан

Вибираємо запобіжний клапан VMD10 [6], з такими характеристиками (Табл. 2.4)

Таблиця 2.4

Характеристики запобіжного клапану VMD10.

Мінімальний тиск, МПа	10
Максимальний тиск, МПа	63
Робоча температура, °C	-20..+80
В'язкість робочої рідини, мм <sup>2</sup> /с	10-500

Габаритні розміри та графік перепаду тиску зображено на Рис. 2.6.

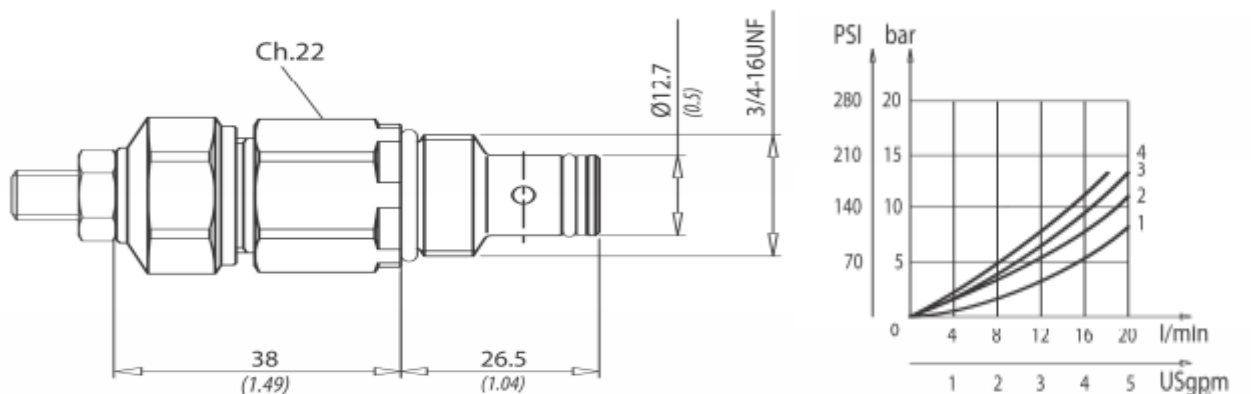


Рис. 2.6. Габаритні розміри та графік перепаду тиску [6].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<b>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</b>	Арк.
						37

### 2.3.7 Зворотній клапан

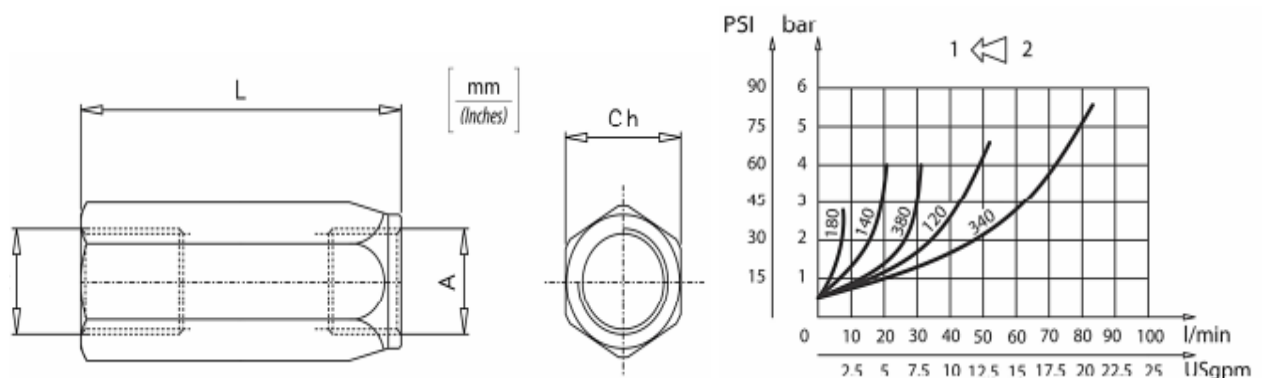
Вибираємо 4 зворотних клапани VUR180 [7], такими характеристиками (Табл. 2.5)

Таблиця 2.5

#### Характеристики зворотнього клапану VUR180.

Мінімальний тиск, МПа	10
Максимальний тиск, МПа	63
Робоча температура, °C	-20..+80
В'язкість робочої рідини, мм <sup>2</sup> /с	10-500

Габаритні розміри та графік перепаду тиску зображено на Рис. 2.7.



Code Код	A	Max. Durchsatz Мак. протік. l/min- USgpm	Max. Druck Мак. досягн. bar / PSI	L	Ch	Ungefähres Gewicht / Kg Ориент. вєс / lb
VUR 180	BSPP 1/8	5 (1.3)	400 (5800)	47 (1.85)	14 (0.55)	0,05 (0.11)
VUR 140	BSPP 1/4	15 (4)		55 (2.16)	19 (0.75)	0,10 (0.22)
VUR 380	BSPP 3/8	30 (8)		65 (2.56)	24 (0.94)	0,18 (0.40)
VUR 120	BSPP 1/2	50 (13)		75 (2.95)	27 (1.06)	0,23 (0.50)
VUR 340	BSPP 3/4	90 (23)		86,5 (3.41)	35 (1.38)	0,45 (1)
VUR 100	BSPP 1	150 (40)	350 (5000)	110 (4.33)	41 (1.61)	0,73 (1.6)
VUR 114	BSPP 1-1/4	200 (50)		123 (4.84)	55 (2.16)	1,5 (3.3)
VUR 112	BSPP 1-1/2	300 (80)		138 (5.43)	60 (2.36)	2 (4.4)
VUR 200	BSPP 2	430 (110)	250 (3600)	160 (6.30)	70 (2.76)	2,7 (6)

Рис. 2.7. Габаритні розміри та графік перепаду тиску [7].

### 2.3.8 Кран

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						38

Вибираємо кульковий кран високого тиску 4 ВКНЛ Х / 4 ВКНС Х [8] (Рис. 2.8), з такими характеристиками (Рис. 2.9) :

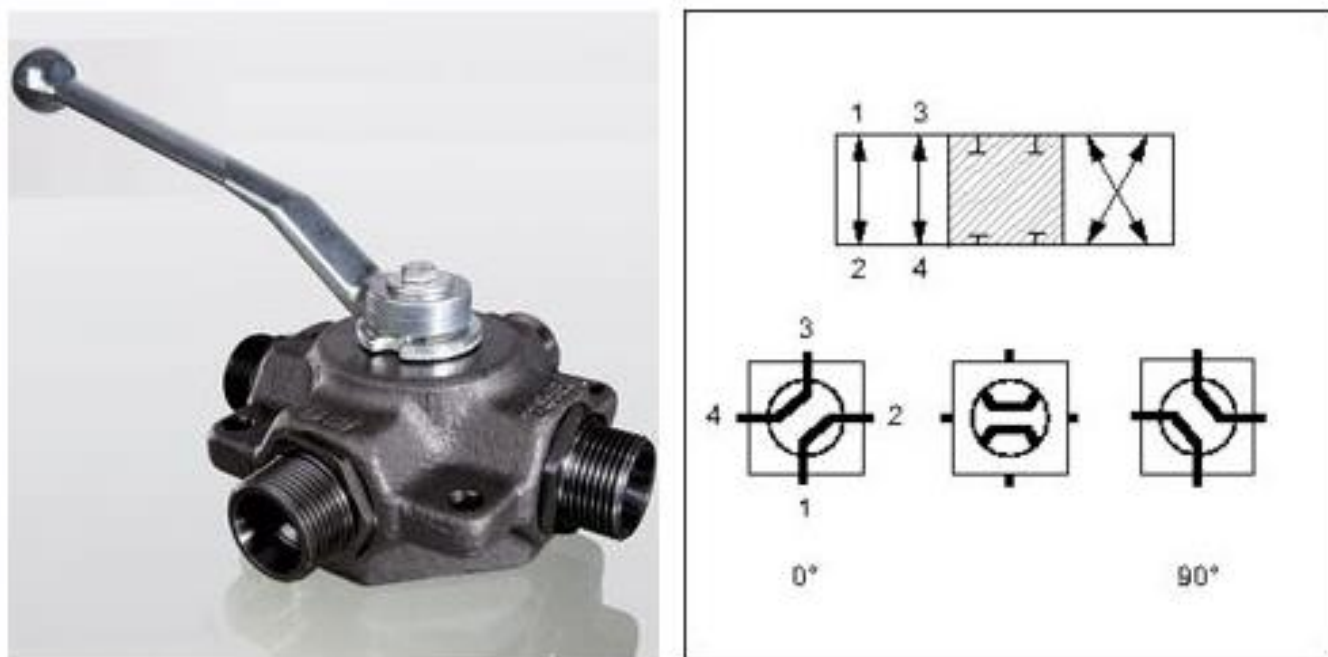


Рис. 2.8. Кран 4 ВКНЛ Х / 4 ВКНС Х [8]

Наименование	Соединительная резьба	DN*	Серия	Для наружного Ø трубы mm	перекрытие	LW mm	Рабочее давление, бар	SW mm	SF*
4 ВКНЛ 04 Х	M 12x1,5	4	L	6	положит. (закрыт)	5.0	PN 500	12	1.5
4 ВКНЛ 06 Х	M 14x1,5	6	L	8	положит. (закрыт)	5.0	PN 500	12	1.5
4 ВКНЛ 08 Х	M 16x1,5	8	L	10	положит. (закрыт)	7.5	PN 500	14	1.5
4 ВКНЛ 10 Х	M 18x1,5	10	L	12	положит. (закрыт)	7.5	PN 500	14	1.5
4 ВКНЛ 13 Х	M 22x1,5	12	L	15	положит. (закрыт)	11.5	PN 400	14	1.5
4 ВКНЛ 16 Х	M 26x1,5	16	L	18	положит. (закрыт)	11.5	PN 400	17	1.5
4 ВКНЛ 20 Х	M 30x2	19	L	22	положит. (закрыт)	18.0	PN 400	17	1.5
4 ВКНЛ 25 Х	M 36x2	25	L	28	положит. (закрыт)	22.0	PN 350	17	1.5
4 ВКНЛ 32 Х	M 45x2	31	L	35	положит. (закрыт)	22.0	PN 350	17	1.5
4 ВКНЛ 40 Х	M 52x2	38	L	42	положит. (закрыт)	33.0	PN 63	22	1.5
4 ВКНС 04 Х	M 16x1,5	4	S	8	положит. (закрыт)	5.0	PN 500	12	1.5
4 ВКНС 06 Х	M 18x1,5	6	S	10	положит. (закрыт)	5.0	PN 500	12	1.5
4 ВКНС 08 Х	M 20x1,5	8	S	12	положит. (закрыт)	7.5	PN 500	14	1.5
4 ВКНС 10 Х	M 22x1,5	10	S	14	положит. (закрыт)	7.5	PN 500	14	1.5
4 ВКНС 13 Х	M 24x1,5	12	S	16	положит. (закрыт)	11.5	PN 400	14	1.5
4 ВКНС 16 Х	M 30x2	16	S	20	положит. (закрыт)	11.5	PN 400	17	1.5
4 ВКНС 20 Х	M 36x2	19	S	25	положит. (закрыт)	18.0	PN 400	17	1.5
4 ВКНС 25 Х	M 42x2	25	S	30	положит. (закрыт)	22.0	PN 350	17	1.5
4 ВКНС 32 Х	M 52x2	31	S	38	положит. (закрыт)	22.0	PN 350	17	1.5

Рис. 2.9. Характеристики крана 4 ВКНЛ Х / 4 ВКНС Х [8]

### 2.3.9 Гідроакумулятор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						39

Вибираємо гідроакумулятор балонний AS (Рис. 2.10) з такими характеристиками(Рис. 2.11)(Табл. 2.6):

Таблиця 2.6

Характеристика гідроакумулятору

Об'єм, л	00,2-55
Максимальний тиск, МПа	63

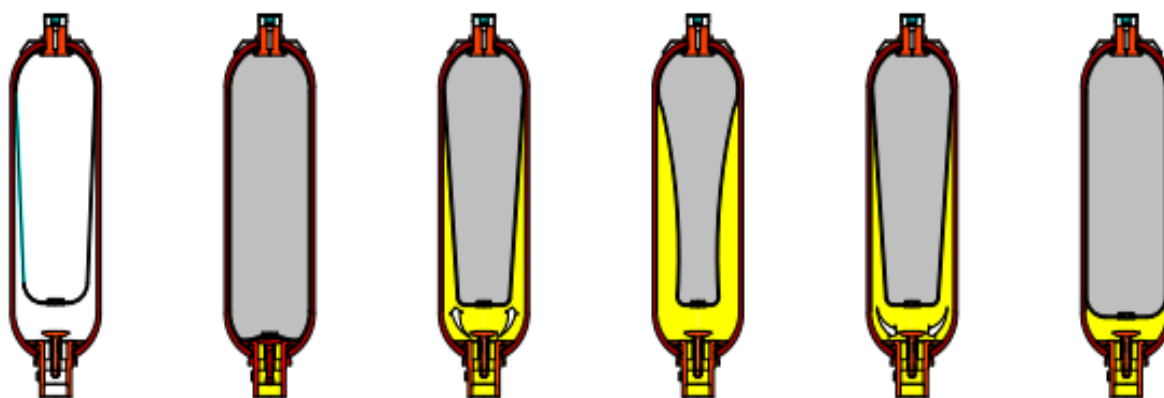


Рис. 2.10. Гідроакумулятор балонний

Compression ratio	System pressure bar		Recommended Precharge bar		Fluid Output LPM	
	max	min	Bladder	Piston	Bladder	Piston
1,5	210	140	125	130	10,5	11,5
2	210	105	95	98	16	16,5
3	210	70	60	60	21,5	21,5
6	210	35	*	28	*	24

Рис. 2.11. Характеристики акумулятора

2.3.10 Розподільник

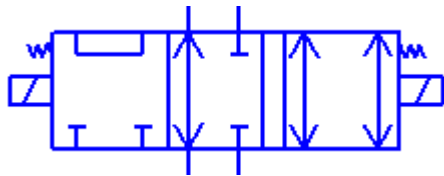
Спецрозподільники 5шт, з характеристиками наведеними в Табл. 2.7.

Таблиця 2.7

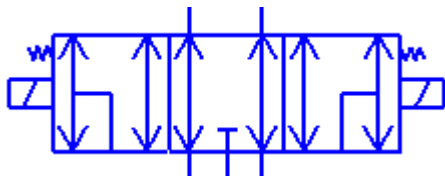
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<i>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</i>	Арк.
						40

### Характеристики спецрозподільників

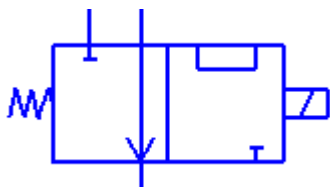
Напруга на магнітах, V	26
Прохід, мм	6
Максимальний робочий тиск, МПа	60
Номінальна витрата, л/хв	0,04
Робоча рідина	МГЕ-10 А
Діапазон температур робочої рідини, °С	-20 +80
Діапазон в'язкозті, мм <sup>2</sup> /с	10 - 500
Чистота робочої рідини	Допустима забрудненість робочої рідини клас 9 по NAS 1638



1 шт.

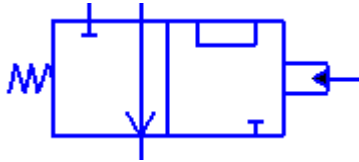


2 шт.



1 шт.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<b>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</b>	Арк.
						41



1 шт.

### 2.3.11 Дросель

Вибираємо дросель SDM-4B-G1/SDM-4E-X-V-A\*00 [9] (Рис.2.12), основні параметри яких наведені в Табл. 2.8 :

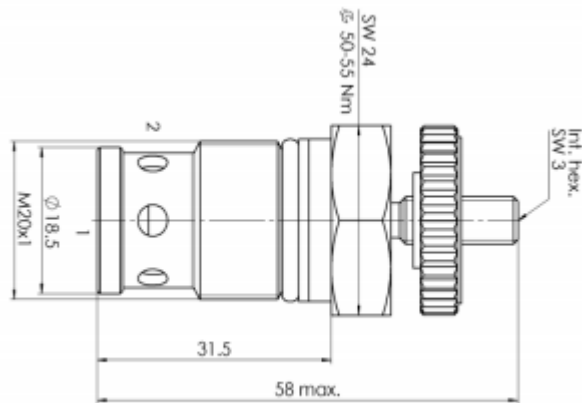


Рис.2.12. Габаритні розміри дроселя SDM-4B-G1/SDM-4E-X-V-A\*00

Таблиця 2.8

#### Характеристика Дроселя

Розмір, см	58
Вага, кг	0,35
Максимальний робочий тиск, МПа	63
Номінальна витрата, л/хв	0,04
Робоча рідина	МГЕ-10А

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						42

Діапазон температур робочої рідини,	-20..+80
Діапазон в'язкості, мм <sup>2</sup> /с	10 - 500
Чистота робочої рідини	Допустима забрудненість робочої рідини клас 9 по NAS 1638

## 2.4 Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Задача розрахунку – визначення втрат тиску, що виникають у гідролініях при переміщенні робочої рідини. Розрахунок вестимемо по ділянках, що мають однакову витрату. Ділянка являє собою трубопровід з установленими на ньому місцевими опорами (трійники, штуцера, коліна та інші) і гідроапаратами.

Гідравлічні втрати тиску у трубопроводах гідролінії складаються з втрат  $\Delta p_T$  на гідравлічне тертя, втрат  $\Delta p_M$  у місцевих опорах та втрат  $\Delta p_A$  у гідравлічних апаратах.

Втрати розраховуємо для операції “промивка”, що здійснюється після операції “пресування”.

### 2.4.1 Розрахунок втрат тиску на гідравлічне тертя

Втрати тиску на тертя певної ділянки гідролінії  $\Delta p_{Ti}$ , Па, визначають за формулою:

$$\Delta p_{Ti} = \frac{0,5 \cdot \lambda \cdot \Delta l \cdot \rho \cdot V^2}{d_m}, \quad i = \overline{1, n},$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт тертя;

$\Delta l$  - довжина труби, м;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<b>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</b>	Арк.
						43

$\rho$  - густина робочої рідини,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (див. п.3);

$V$  - середня швидкість робочої рідини, м/с;

$d_m$  - внутрішній діаметр труби, м;

$n$  – кількість труб;

Коефіцієнт тертя  $\lambda$  залежить від режиму течії рідини. Для визначення режиму течії рідини у трубопроводах гідролінії необхідно розрахувати число Рейнольдса, що визначається за формулою:

$$Re = \frac{10^6 \cdot V \cdot d_m}{\nu},$$

де  $\nu$  - кінематична в'язкість рідини, сСт.

Число Рейнольдса для всмоктувальної ділянки трубопроводу:

$$Re_s = \frac{10^6 \cdot 2,5 \cdot 0,006}{12} = 2250$$

Число Рейнольдса для напірної ділянки трубопроводу:

$$Re_n = \frac{10^6 \cdot 2,5 \cdot 0,010}{12} = 2383.$$

Число Рейнольдса для зливної ділянки трубопроводу:

$$Re_z = \frac{10^6 \cdot 1,47 \cdot 0,06}{12} = 2735.$$

Знайдені значення чисел Рейнольдса  $Re$  більші критичного  $Re_{кр} = 2300$  ( $Re_s > Re_{кр}$ ,  $Re_n > Re_{кр}$ ,  $Re_z > Re_{кр}$ ), що характерно для турбулентного режиму течії рідини. Отже, режим течії рідини – турбулентний.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						44

При турбулентній течії рідини коефіцієнт тертя  $\lambda$  залежить від числа Рейнольдса і від відносної шорсткості стінок каналу. Шланги можна вважати гідравлічно гладкими, тоді:

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{\text{Re}}},$$

для всмоктувальної ділянки трубопроводу:  $\lambda = 0,316/\sqrt[4]{2250} \approx 0,028$ ;

для напірної ділянки трубопроводу:  $\lambda = 0,316/\sqrt[4]{2383} \approx 0,029$ ;

для зливної ділянки трубопроводу:  $\lambda = 0,316/\sqrt[4]{2735} \approx 0,031$ .

Визначимо довжини трубопроводів.

Довжину трубопроводу всмоктувальної гідролінії (див. рисунок  $l_g$ , м, можна знайти:

$$l_g = \sum l_{i_g}, \quad i = \overline{1, n}$$

де  $\sum l_{i_g}$  - сума всіх і-тих довжин трубопроводу у всмоктувальній гідролінії.

$$\sum l_{i_g} = l_1 + l_2.$$

Довжина трубопроводу для всмоктувальної гідролінії:

$$l_g = 0,16 + 0,5 = 0,66 \text{ м.}$$

Аналогічно довжину трубопроводу напірної гідролінії  $l_H$ , м, можна знайти:

$$l_H = \sum l_{i_H}, \quad i = \overline{1, n}$$

де  $\sum l_{i_H}$  - сума всіх і-тих довжин трубопроводу у напірній гідролінії.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						45

$$\sum l_{i_n} = l_3 + l_4 + l_5 + \dots + l_{10} + l_{11}.$$

$$l_n = 0,5 + 0,35 + 0,35 + 0,5 + 0,5 + 0,3 + 0,5 + 0,5 + 0,25 = 3,75 \text{ м.}$$

Довжина трубопроводу зливної гідролінії можна  $l_j$ , м, можна знайти:

$$l_z = \sum l_{i_z}, \quad i = \overline{1, n}$$

де  $\sum l_{i_\zeta}$  - сума всіх довжин трубопроводу у зливній гідролінії (Табл. 2.9).

$$\sum l_{i_z} = l_{12} + l_{13} + l_{14} + l_{15} + l_{16} + l_{17}, \quad i = \overline{1, n}$$

$$l_z = 0,6 + 0,35 + 0,8 + 0,55 + 0,55 + 0,3 = 3,15 \text{ м.}$$

Довжина трубопроводів всієї гідролінії:

$$\Delta l = l_g + l_n + l_z = 0,66 + 3,75 + 3,15 = 7,56 \text{ м.}$$

При підрахуванні довжини гідролінії не враховано довжину промивної гідролінії.

Втрати тиску на тертя для всмоктувальної ділянки трубопроводу:

$$\Delta p_{Tg} = \frac{0,5 \cdot 0,028 \cdot 0,66 \cdot 850 \cdot 2,5^2}{0,006} \approx 230 \text{ Па} = 0,230 \cdot 10^{-3} \text{ МПа.}$$

Втрати тиску на тертя для напірної ділянки трубопроводу:

$$\Delta p_{TH} = \frac{0,5 \cdot 0,029 \cdot 3,75 \cdot 850 \cdot 2,5^2}{0,010} \approx 607640 \text{ Па} = 608 \cdot 10^{-3} \text{ МПа.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						46

Втрати тиску на тертя для зливної ділянки трубопроводу:

$$\Delta p_{T3} = \frac{0,5 \cdot 0,031 \cdot 3,15 \cdot 850 \cdot 1,47^2}{0,006} \approx 3168 \text{ Па} = 3,168 \cdot 10^{-3} \text{ МПа.}$$

Розрахунок втрати тиску на тертя для всмоктуючого, напірного та зливного трубопроводів всієї гідролінії стенда занесено в Табл. 2.9.

Таблиця 2.9.

Розрахунок втрат тиску на тертя всієї гідролінії

Назва ділянки	$l, \text{ м}$	$d_m, \text{ м}$	$V$ , м/с	Re	$\lambda$	$\Delta p_{T3}, \text{ МПа}$
Всмоктувальна	0,66	0,006	2,5	2250	0,02 8	$0,230 \cdot 10^{-3}$
Напірна	3,75	0,010	2,5	2383	0,02 9	$608 \cdot 10^{-3}$
Зливна	3,15	0,006	1,47	2735	0,03 1	$3,168 \cdot 10^{-3}$

Втрати тиску на тертя всієї обчислювальної гідролінії обчислюємо за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta p_T &= \sum \Delta p_{Ti} = \Delta p_{Te} + \Delta p_{TH} + \Delta p_{T3} = \\ &= 0,230 \cdot 10^{-3} + 608 \cdot 10^{-3} + 3,168 \cdot 10^{-3} = 611,398 \cdot 10^{-3} \text{ МПа} \approx 611 \cdot 10^{-3} \text{ МПа.} \end{aligned}$$

#### 2.4.2. Розрахунок втрат тиску у місцевих опорах

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<b>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</b>	Арк.
						47

Втрати тиску у місцевих опорах на певній ділянці гідролінії  $\Delta p_{mi}$ , Па, визначаються за формулою:

$$\Delta p_{mi} = 0,5 \cdot \rho \cdot \xi \cdot V^2, \quad i = \overline{1, n}$$

де  $\rho$  - густина робочої рідини,  $кг/м^3$ ;

$\xi$  - коефіцієнт місцевого опору ;

$V$  - середня швидкість робочої рідини, м/с.

Для розрахунку втрат тиску у місцевих опорах необхідно врахувати такі елементи розрахункового трубопроводу гідролінії :

- коліна закруглені. Враховано також ще 5 колін;
- трійники, хрестовини;
- перехідник, (штуцер).

Розрахунок втрат тиску у місцевих опорах на всій ділянці гідролінії показано в таблиці 2.10.

Втрати тиску у місцевих опорах всієї обчислювальної гідролінії  $\Delta p_m$ , МПа, обчислюємо за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta p_m &= \sum \Delta p_{mi} = \Delta p_{mv} + \Delta p_{mn} + \Delta p_{mz} = \\ &= 0,248 \cdot 10^{-3} + 736,456 \cdot 10^{-3} + 8,849 \cdot 10^{-3} = \\ &= 745,553 \cdot 10^{-3} \text{ МПа} \approx 746 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}. \end{aligned}$$

Таблиця 2.10

Розрахунок втрат тиску у місцевих опорах

Назва ділянки	Вид опору	Кількість, шт	$\xi$	$\Delta p'_{mi}, \text{МПа}$	$\Delta p_{mi}, \text{МПа}$
	Перехідник	3	0,13	$0,062 \cdot 10^{-3}$	$0,186 \cdot 10^{-3}$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<b>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</b>	Арк.
						48

Всмокт у- вальна	Коліно закруглене	1	0,13	$0,062 \cdot 10^{-3}$	$0,062 \cdot 10^{-3}$
Напірн а	Перехідник	8	0,13	$8,264 \cdot 10^{-3}$	$66,112 \cdot 10^{-3}$
	Коліно закруглене	10	0,13	$8,264 \cdot 10^{-3}$	$82,640 \cdot 10^{-3}$
	Трійники, хрестовини	4	2,3	$146,926 \cdot 10^{-3}$	$587,704 \cdot 10^{-3}$
Зливна	Перехідник	5	0,13	$0,199 \cdot 10^{-3}$	$0,995 \cdot 10^{-3}$
	Коліно закруглене	4	0,13	$0,199 \cdot 10^{-3}$	$0,796 \cdot 10^{-3}$
	Трійники, хрестовини	2	2,3	$3,529 \cdot 10^{-3}$	$7,058 \cdot 10^{-3}$

#### 2.4.3. Розрахунок втрат тиску у гідравлічних апаратах

Втрати  $\Delta p_{\Gamma}$  у гідравлічних апаратах, установлених на ділянках, що розраховуються, визначають по їх технічних характеристиках, які приведені в довідниках і каталогах на гідроапаратуру (вони даються для максимальної витрати через гідроапарат).

Якщо для конкретного випадку витрата в системі (на ділянці трубопроводу гідролінії, де знаходиться гідроапарат) менша максимальної на гідроапараті, то табличні значення втрат необхідно перерахувати за формулою:

$$p_{\Gamma} = \Delta p_{M} \left( \frac{Q_{\partial}}{Q_{m}} \right)^2,$$

де  $p_{\Gamma}$  - втрати тиску на гідроапараті при дійсному значенні витрати  $Q_{\partial}$ ;

$\Delta p_{M}$  - втрати тиску, взяті по каталогу при максимальному значенні витрати  $Q_{m}$ .

Змн.	Арк.	№ докум.	Гідпи	Дата	<b>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</b>	Арк.
						49

Для розрахунку втрат тиску у гідравлічних апаратах необхідно врахувати такі гідроапарати розрахункового трубопроводу гідролінії :

- клапани зворотні: ЗК1-4;
- розподільники: Р1-5;
- клапан запобіжний: КТ1;
- фільтр: Ф1.

Розрахунок втрат на гідравлічних апаратах приведено в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Розрахунок втрат на гідравлічних апаратах

Назва гідроапарат а	Кількіс ть, шт.	Параметри				
		$\Delta p_M,$ МПа	$Q_m,$ м <sup>3</sup> /с	$Q_o,$ м <sup>3</sup> /с	$p_{Гі}^{\prime},$ МПа	$p_{Гі},$ МПа
Клапан зворотній	4	0,3	$1,33 \cdot 10^3$	$1,05 \cdot 10^3$	0,48	0,48
Розподільн ик	5	0,1	$1,08 \cdot 10^3$	$1,05 \cdot 10^3$	0,14	0,4
Клапан запобіжний	1	0,1	$1,10 \cdot 10^3$	$1,05 \cdot 10^3$	0,1	0,1
Фільтр	1	0,12	$1,20 \cdot 10^3$	$1,05 \cdot 10^3$	0,06	0,12

Втрати тиску у гідроапаратах всієї обчислювальної гідролінії обчислюємо за формулою:

$$\Delta p_{Г} = \sum \Delta p_{Гі} = 0,48 + 0,4 + 0,1 + 0,12 = 0,65 \text{ МПа.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Гідпи	Дата	<b>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</b>	Арк.
						50

#### 2.4.4. Втрати тиску на всій гідролінії

При послідовному з'єднанні гідравлічних елементів втрати тиску на ділянці визначаються як сума гідравлічних втрат на тертя ділянки, втрат у всіх місцевих опорах та гідроапаратах.

Сумарні втрати тиску на всій гідролінії:

$$\begin{aligned}\Delta p_{\Sigma} &= \Delta p_T + \Delta p_M + \Delta p_G = \\ &= 611 \cdot 10^{-3} + 746 \cdot 10^{-3} + 0,65 = 2,008 \text{ МПа} \approx 2 \text{ МПа}.\end{aligned}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	51

## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

### 3.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Метою розділу проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі – штоку мультиплікатора

Матеріал деталі - Сталь 45ХН по ГОСТ 4543-71 , для якої:

- границя міцності при розтязі :  $\sigma_e = 105 \text{ кгс/мм}^2$ ;
- границя текучості, пропорційності:  $\sigma_m = 85 \text{ кгс/мм}^2 = 850 \text{ МПа}$ ;
- допустиме напруження при розтязі:  $[\sigma_p] = 1800 \text{ кгс/см}^2$ ;
- допустиме напруження при зрізі:  $[\tau_{зр}] = 1030 \text{ кгс/см}^2 = 103 \text{ МПа}$ .

Сталь 45ХН добре піддається різанню з використанням стандартних ріжучих матеріалів (твердий сплав, швидкоріжуча сталь). Всі поверхні деталі доступні для ріжучого інструменту [13].

В іншому деталь складається з простих конструкційних елементів оптимального ступеню точності та шорсткості поверхні, що дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання та стандартну оснастку при стандартних технологічних базах.

Усі технологічні вимоги встановлені в залежності від службового призначення виробу та визначаються ступенем точності деталі.

В цілому деталь технологічна.

Виготовляємо 2 деталі

### 3.2 Вибір заготовки

Одним з основних напрямків у машинобудуванні є вибір форм заготовок, що дають найменші технологічні відходи. Безупинне підвищення точності

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	52

заготовок і наближення їхніх форм до форм готових деталей різко скорочує галузь застосування різних методів обробки різанням і скорочує відходи металу в стружку.

Враховуючи розміри і матеріал деталі вибираємо заготовку Сталі 45ХН діаметром 50мм (Рис.3.1).

### 3.3 Технологічний контроль креслення

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі(штовку мультиплікатора), вихідним документом є креслення цієї деталі. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення, згідно до ГОСТ 14.206-73. У креслення входять відомості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі. Проаналізувавши креслення валу на рис. 3.1. можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Не вказана шорсткість усіх поверхонь позначена відповідно до ГОСТ 2789-73. Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82. Допуски форми і розміщення поверхонь проставлені відповідно до ГОСТ 24643-81. Вимоги до точності виготовлення поверхонь (проставлені в відповідності з ГОСТ 24643-81).

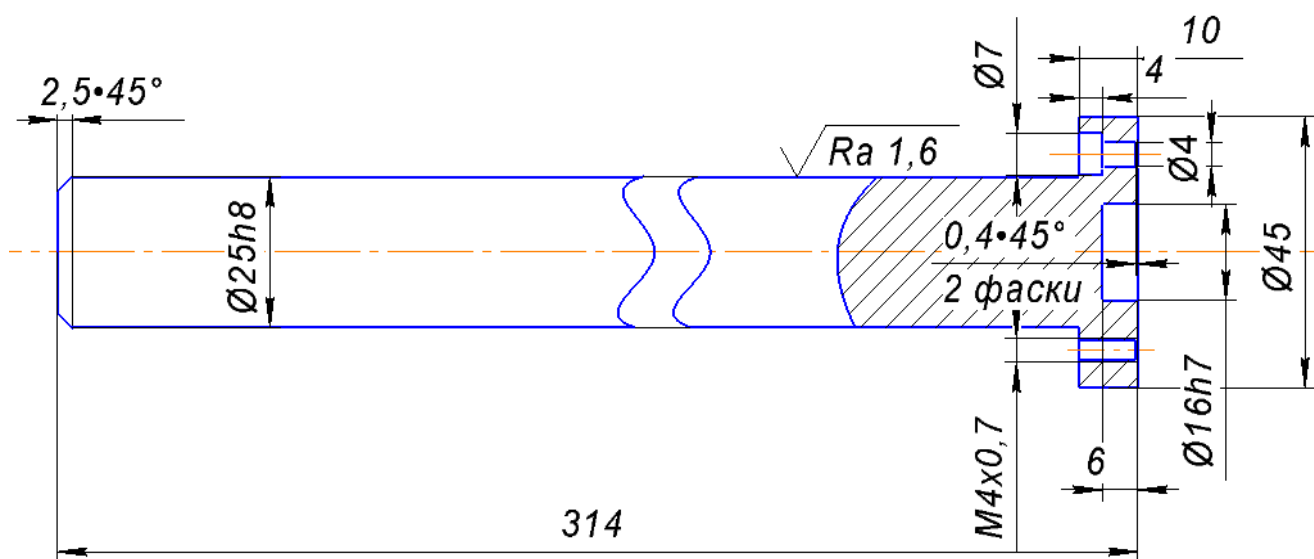


Рис.3.1 Шток мультиплікатора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						53

### 3.4 Вибір типового технологічного процесу і типових схем обробки поверхонь

Операція 005 – Заготівельна.

Обладнання: Відрізний верстат JET JCS-14

Дія: відрізати заготовку довжиною 320 мм.

На Рис.3.2 Зображено операція 005(заготівельна)

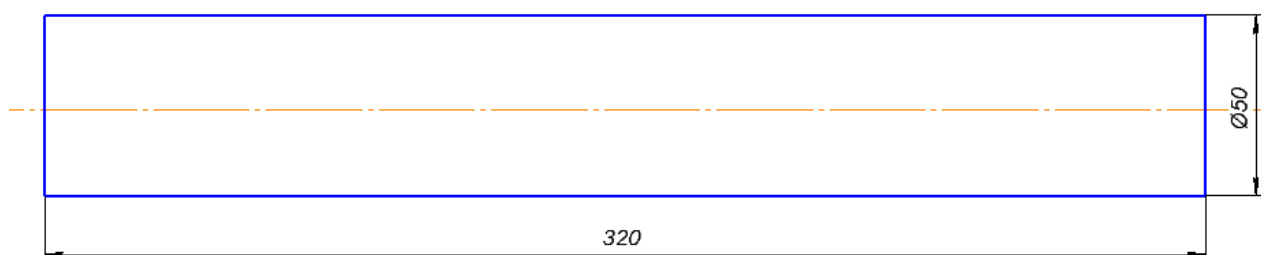


Рис.3.2 Операція 005(заготівельна)

Операція 010 – Токарна.

Обладнання: Верстат HAAS ST-20 токарний з ЧПК, рухомий люнет.

Різальний інструмент: Різець прохідний відігнутий T5K10.

Нарізання поверхні діаметром 26 мм.

Встановити, закріпити, зняти, перевернути.

На Рис.3.3 зображена операція 010(токарна).

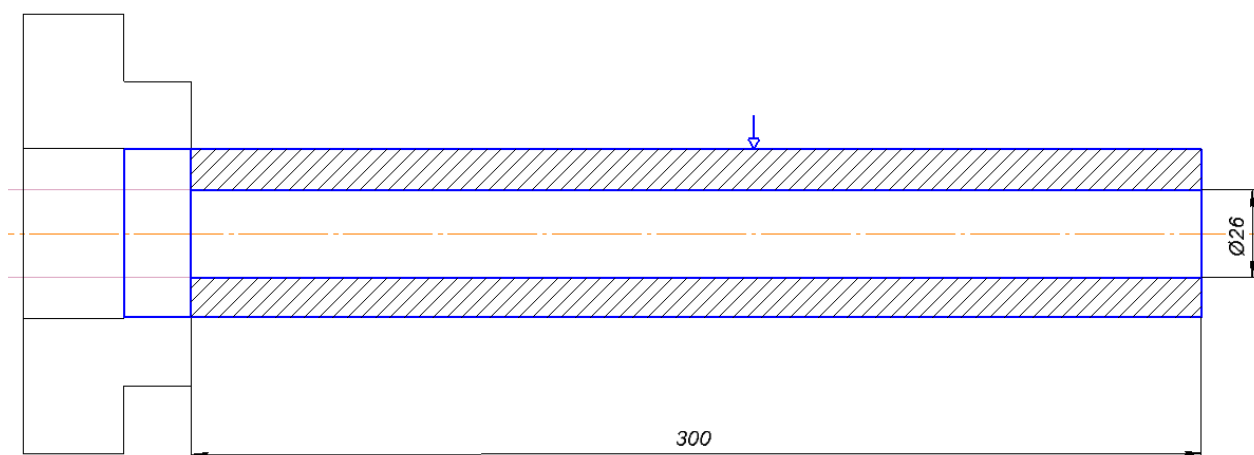


Рис.3.3 Операція 010 (токарна)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						54

Операція 015 – Токарна, свердлильна.

Обладнання: Верстат HAAS ST-20 токарний з ЧПК, рухомий люнет.

Різальний інструмент: Різець прохідний відігнутий T5K10, Різець Контурний PDJNL-25 25-M15, Різець розточний T15K6, Мітчик M4 x 0,7 P6M5 Matrix 76671.

Свердлильний інструмент: Свердло 4мм Irwin HSS Cobalt 4.0 мм 10502547,

Свердло 3.3мм S&R Meister HSS 3.3 x 36 x 65 мм 108800330.

015.01 Нарізання поверхні діаметром 45 мм.

015.02 Обробка торця дожиною 10мм діаметром 45мм.

015.03 Нарізання отвору діаметром 16h7 мм.

015.04 Свердління отвору діаметром 4 мм.

015.05 Свердління отвору діаметром 3.3 мм.

015.06 Нарізання метричної різьби діаметром 4 мм з кроком 0.7.

Встановити, закріпити, зняти, перевернути.

На Рис.3.4 зображена операція 015(токарна).

На Рис.3.5 зображена операція 015(свердлильна).

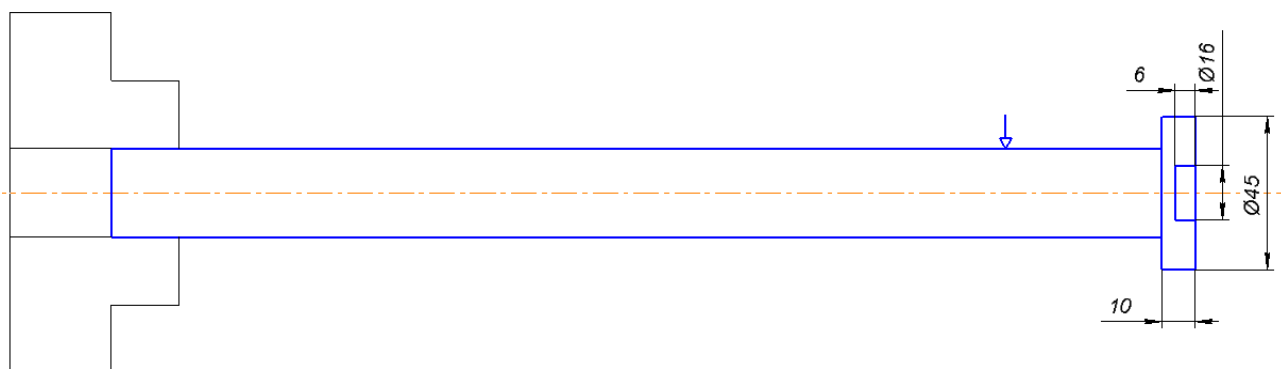


Рис.3.4 Операція 015 (токарна)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						55

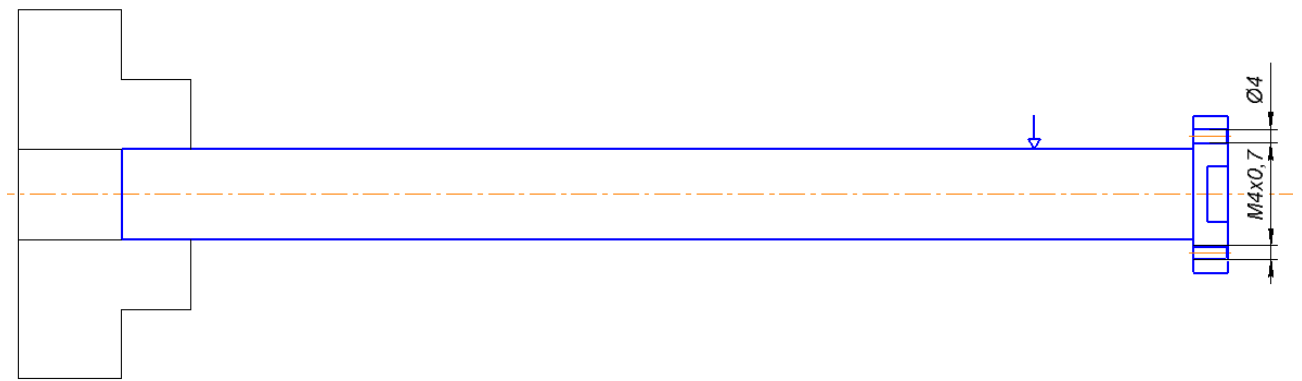


Рис.3.5 Операція 015 (свердлильна)

### Операція 020 – Токарна.

Обладнання: Верстат HAAS ST-20 токарний з ЧПК, рухомий люнет, цековка 2350-0649 ГОСТ 26258-87, подовжувач 280мм (спецзамовлення).

Різальний інструмент: Різець Контурний PDJNL-25 25-M15.

020.01 Нарізання поверхні діаметром 25h8 мм.

020.02 Проточити фаски

020.03 Нарізати отвір діаметром 7 мм і глибиною 4 мм

Встановити, закріпити, зняти.

На Рис.3.6 зображена операція 020(токарна).

На Рис.3.7 зображена операція 020.03(токарна).

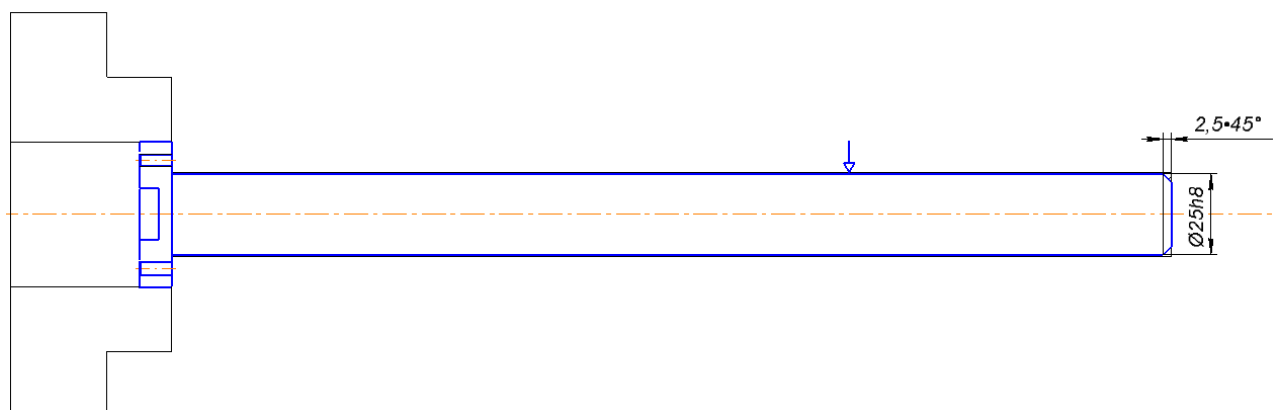


Рис.3.6 Операція 020 (токарна)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						56

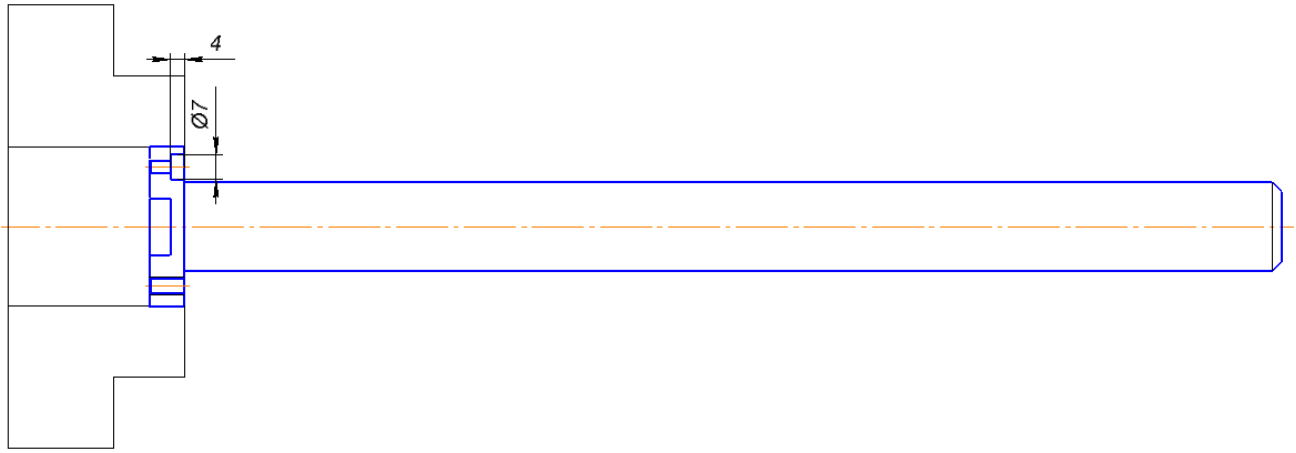


Рис.3.6 Операція 020.03 (токарна)

025Контрольна

Обладнання: Контрольний стіл

030Мийочна

3.5 Розрахунок часу та ціни виготовлення деталей

Таблиця 4.1

Використаний інструмент

Операція	Інструмент	Назва	h,мм	S,мм/о б	V,м/хв	N,об/хв	T,с
010	Різці	Різець прохідний відігнутий T5K10	14	0,75	88	900	45
020		Різець Контурний PDJNL-25 25- M15	1	0,75	80	740	12

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<i>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</i>	Арк.
						57

015		Різець розточний T15K6	6	0,5	94	680	20
020		Цековка 2350-0649 ГОСТ 26258-87	4	0,5	85	1200	20
015	Свердла	Свердло 4мм Irwin HSS Cobalt 4.0 мм	10	0,05	90	210	15
015		Свердло 3.3мм S&R Meister HSS 3.3 x 36 x 65 мм	10	0,05	90	180	15
005	Відрізн ий диск	Відрізн ий круг по металу Bosch Standard 355 x 32 x 3.1 мм	50	0,05	200	158	12
015	Мітчик	M4 x 0,7 P6M5 Matrix 76671	10	0,7	70	66	26

Оренда станків - 500 грн

Загальна вартість виготовлення деталі - 4265 грн

### 3.6 Висновок по розділу

Ми провели розрахунок необхідних параметрів та підбору апаратури для виготовлення даної деталі. Також були описані необхідні операції для обробки деталі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<i>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</i>	Арк.
						58

## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Тема мого дипломного проекту – «Модернізація механізму заряджання танка Т-64». У даній роботі досліджено динамічні характеристики гідроприводу, робота проводиться за персональним комп'ютером. Основними несприятливими чинниками є:

- безпека ураженням електричним струмом;
- зорове навантаження;
- мікроклімат;
- освітлення;
- пожежна безпека;

### 4.1 Санітарно-гігієнічна характеристика приміщення

Розміри приміщення, в яких встановлений комп'ютер та інша техніка: площа  $16\text{ м}^2$  (рис. 4.1), а об'єм  $V = S \cdot h = 16 \cdot 2,8 = 44,8\text{ м}^3$ . У цьому приміщенні передбачено відповідні параметри температури, чистота повітря але не забезпечена ізоляція від виробничих шумів так як приміщення розташоване в житловому будинку.

По санітарних нормах площа на одне робоче місце з ПК для дорослих користувачів повинна складати не менше  $6,0\text{ м}^2$ , а об'єм – не менше  $20\text{ м}^3$ . Отже, габаритні розміри приміщення повністю відповідають санітарним нормам.

Для облицювання стін, стель, підлоги приміщень, де розміщені ПК, слід використовувати матеріали, дозволені органами санітарно-епідеміологічного нагляду, а для внутрішньої обробки інтер'єру – матеріали, що дифузно-відбиваються, з такими коефіцієнтами віддзеркалення: для стелі – 0.7-0.8; для стін – 0.5-0.6; для підлоги – 0.3-0.5. Поверхня підлоги в приміщеннях експлуатації моніторів і ПК повинна бути рівною, без вибоїн, неслизькою, зручною для прибирання, володіти антистатичними властивостями. Вологе прибирання необхідно проводити щодня.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	59

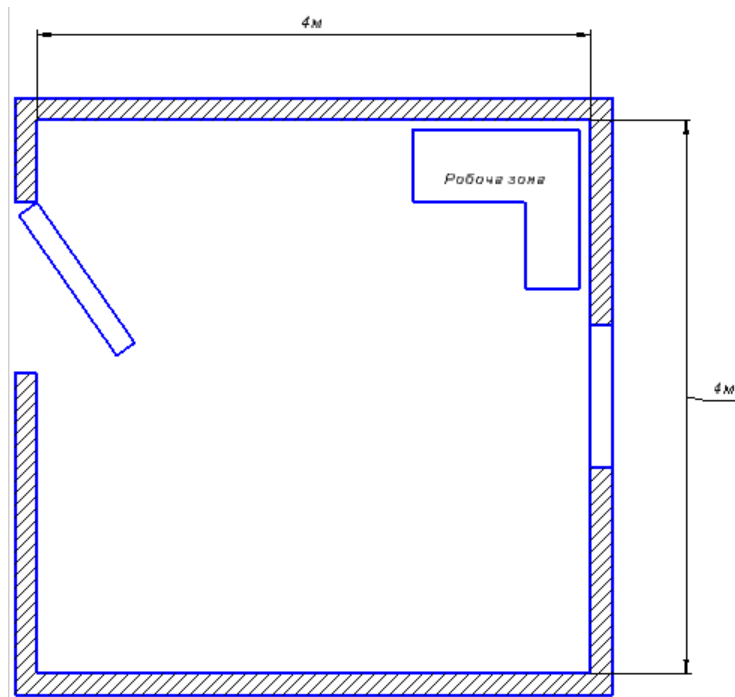


Рис. 4.1. План приміщення

#### 4.2 Вимоги до мікроклімату під час роботи в приміщенні

В даному приміщенні робота з монітором і ПК є основною, тому воно забезпечується оптимальними параметрами мікроклімату. Категорія робіт Ia (90 – 120 ккал).

Для створення необхідних параметрів мікроклімату у приміщенні застосовується система вентиляції та проводиться провітрювання приміщення двічі в день, з ранку і ввечері.

Основні параметри мікроклімату (таблиця 4.1) (температура повітря, вологість і швидкість руху повітря на робочому місці) повинні відповідати вимогам.

Таблиця 4.1

#### Характеристика приміщення

	Температура, °С	Відносна вологість, %
--	-----------------	-----------------------

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	<b>ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ</b>	Арк.
						60

Період року	Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Дійсна
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	21 - 24	24	22	40 - 60	49
Теплий	23 - 28	27	24	40 - 60	54

Середня температура приміщення в теплий період року дорівнює 25 °С, відносна вологість повітря 54%.

У холодний період року, середня температура складає 23 °С. Значення відносної вологості дорівнює 49%.

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.

#### 4.3. Вимоги до освітлення під час роботи в кімнаті

Недостатність освітлення призводить до напруження зору, ослаблює увагу, приводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає засліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрям світла на робочому місці може створювати різні тіні, відблиски, дезорієнтувати що 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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						61

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 16м<sup>2</sup>, ширина якої 4м, висота – 2.0 м. Скористаємося методом світлового потоку .

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

$$E_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{л}} N n \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}$$

де  $E_{\text{еф}}$  - розраховується світловий потік, Лм;  $E$  - нормована мінімальна освітленість, Лк (визначається за таблицею). Роботу інженера, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде  $E = 300\text{лк}$ ;

$S$  - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку  $S = 16\text{м}^2$ );

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

$k_3$  - коефіцієнт запасу, враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	62

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.

$\eta$  - 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 ( $R_{\text{ст}}$ ) і стелі ( $R_{\text{ст}}$ )). Стеля приміщення свіжо побілена  $\rho_{\text{ст}} = 70\%$ , стіни мають світлосірий колір  $R_{\text{ст}} = 50\%$ , підлога з паркету  $\rho_{\text{п}} = 30\%$ . Значення  $\eta$  визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{16}{2,0 \cdot (4+4)} = 1$$

де

$S$  - площа приміщення,  $S = 16 \text{ м}^2$ ;

$h$  - розрахункова висота підвісу,  $h = 2,0 \text{ м}$ ;

$A$  - ширина приміщення,  $A = 4 \text{ м}$ ;

$B$  - довжина приміщення,  $B = 4 \text{ м}$ .

Підставивши значення отримаємо:

Знаючи індекс приміщення  $I$ , за таблицею знаходимо  $\eta = 0,38$ .

Для освітлення використовується люмінесцентні лампи типу Т8 (2.54см), світловий потік яких  $F = 3400 \text{ Лк}$ .

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку  $E_{\text{еф}}$ :

$$E_{\text{еф}} = \frac{3400 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 0,38}{16 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 440,5 \text{ лк}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						63

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

#### 4.4 Електробезпека

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

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 2 персональних ЕОМ, у доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач та електричний щит з запобіжником, що може повністю виключити електричний струм приміщення, крім освітлення. Заземлення електричного щита виконано із заземленою нейтраллю, а розетки кімнати виконані з захисним зануленням.

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 2012 та є придатним та безпечним для роботи.

#### 4.5 Безпека під час роботи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	64

Для зменшення несприятливого впливу пристроїв типу "миша" (вимушена поза, необхідність постійного контролю за якістю дій) ми забезпечуємо більшу площу поверхні столу для переміщення "миші" і зручного упору ліктьового суглоба.

Періодично при вимкненому ПК ми видаляємо злегка зволоженою мильним розчином хлопко-паперовою салфеткою пил з поверхонь апаратури. Екран і захисний екран протираємо ватою, зволоженою спиртом.

Для зменшення негативного впливу на стан здоров'я ми робимо перерви для відпочинку: кожну годину на 10 хвилин, кожних дві години на 15 хвилин. Для підтримки загального тону м'язів, профілактики кістково-м'язових порушень, зорового дискомфорту та інших несприятливих суб'єктивних почуттів під час перерв ми виконуємо комплекси вправ для очей, хребта та рук.

#### 4.6 Пожежна безпека

Приміщення, в яких встановлені ПК, по пожежній небезпеці відносяться до категорії В, і повинні задовольняти вимогам по запобіганню і гасінню пожежі, з обов'язковою наявністю телефонного зв'язку і пожежної сигналізації.

Меблі в приміщенні лабораторії із МДФ, дверні та віконні переплети із металопластика, корпуси ЕОМ і приладів із металу та полімерних матеріалів. По вибуху і пожежо-небезпечності приміщення відноситься до категорії В.

На основі СНіП II-2-80 будівля відповідає II степені вогнестійкості, що потребує від будівельників конструкції норм вогнестійкості (часу опору вогню):

- несучі стіни, стіни сходових кліток і колони - 2 год.
- сходові клітки, сходи, балки і марші у сходових клітках - 1 год.
- зовнішні стіни навісних панелей - 0.25 год.
- внутрішні і зовнішні стіни (перегородки) - 0.25 год.
- плити і настили конструкцій міжповерхових перекриттів – 0.75 год.
- плити, настили та інші несучі конструкції - 0.25 год.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	65

Необхідний час евакуації складає – 40 секунд. Евакуацію необхідно здійснювати швидко, чітко та без паніки.

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

#### 4.7. Висновки по розділу

У цій частині дипломної роботи було визначено потенційно небезпечні шкідливі фактори (небезпека ураженням електричним струмом, зорове навантаження, мікроклімат, освітлення, пожежна безпека), при виконанні роботи, та вказано заходи для їх зменшення, розраховано освітленість робочого яке відповідає нормам.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						66

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Насосы аксиально-поршневые секционные типа НС [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: <http://evenpro.ru/насосы-аксиально-поршневые-секционные-типа-нс.html>.
2. ГОСТ 6286-73. 2. Рукава резиновые высокого давления с металлическими оплетками неармированные [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.almaz-5.com.ua/gosty/GOST6286-78.pdf>.
3. Мультипликатор давления [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.hydro-pnevmo.ru/topic.php?ID=210>.
4. Каталог МГЕ-10А: Agrinol [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://agrinol.ua/ru/produkcija/masla/prochie-masla/mge-10a/>.
5. Каталог FS-7 IMP Layot [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://newfilter.com.ua/images/hydraulic/pdf/fs-7.pdf>.
6. Каталог VMD\_DE-RU [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://catalog.hps.kiev.ua/sc/hydraulic/VMD10.pdf>.
7. Каталог VUR-BSP [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://catalog.hps.kiev.ua/sc/hydraulic/VUR.pdf>.
8. Каталог 4 ВКНЛ Х [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://hansa-flex.com.ua/products/4bkhlx4bkhsx>.
9. Каталог SDM\_03.indd [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: [https://m-impex.com/files/downloads/SDM\\_EN\\_1602\\_trub.pdf](https://m-impex.com/files/downloads/SDM_EN_1602_trub.pdf).
10. АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЗАРЯЖАНИЯ ВООРУЖЕНИЯ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ. Учебное пособие - PDF [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://docplayer.ru/78727168-Avtomaticheskie-sistemy-zaryazhaniya-vooruzheniya-bronetankovoy-tehniki-uchebnoe-posobie.html>.
11. ГОСТ 24705-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/1200008423>.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата		Арк.
					ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	67

12. ГОСТ 16516-80. ГИДРОПРИВОДЫ ОБЪЕМНЫЕ, ПНЕВМОПРИВОДЫ И СМАЗОЧНЫЕ СИСТЕМЫ [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.finaros.ru/ru/documents/nominalbore/>.
13. ГОСТ 4543 - 71. ПРОКАТ ИЗ ЛЕГИРОВАННОЙ И КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.lador.ru/gost/gost-4543-71.pdf>.
14. ГОСТ 14.206-73 Технологический контроль конструкторской документации [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/1200004878>.
15. ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/1200003160>.
16. ГОСТ 25346-89 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/1200005264>.
17. ГОСТ 25347-82. Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП Поля допусков и рекомендуемые посадки [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/gost-25347-82>.
18. ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/1200012213>.
19. ГОСТ 26258-87 Цековки цилиндрические для обработки опорных поверхностей под крепежные детали. Технические условия [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/1200016306>.
20. Башта Т. М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика / Т. М. Башта., 1972. – 320 с.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата	ДП5106.МА.00.00.00.ПЗ	Арк.
						68

## Додатки

### Додаток А

#### **1. БОЕВАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТАНКОВ Т-64Б и Т-64Б1**

##### 1.1. БОЕВЫЕ СВОЙСТВА ТАНКОВ Т-64Б И Т-64Б1

Танки Т-64Б и Т-64Б1 (рис. 1) являются боевыми гусеничными машинами, имеющими мощное вооружение, надежную броневую защиту и высокую подвижность. Танки предназначены для решения широкого круга боевых задач. Благодаря мощному вооружению они способны поражать танки и другие бронированные машины противника, его живую силу, противотанковые средства, артиллерию и другие цели.

Танки вооружены 125-мм гладкоствольной пушкой, стабилизированной в двух плоскостях наведения, спаренным с ней 7,62-мм пулеметом и зенитной пулеметной установкой с 12,7-мм пулеметом, смонтированной на командирской башенке. Пушка обеспечивает стрельбу как обычными артиллерийскими выстрелами, так и управляемыми снарядами.

Танк Т-64Б оснащен современной системой управления огнем 1А33 и комплексом управляемого вооружения 9К112-1. На танке Т-64Б1 комплекс управляемого вооружения не устанавливается.

Для ведения огня ночью в танках установлен ночной прицел. Средства связи унифицированы с другими танками. Танки имеют оборудование для установки на них противоминного трала и встроенное оборудование для самоокапывания. Танки способны преодолевать водные преграды по дну, для чего они оснащены комплектом оборудования для подводного вождения.

Танки имеют устройства, предназначенные для защиты экипажа и внутреннего оборудования от воздействия ударной волны и проникающей радиации при ядерном взрыве, а также для защиты экипажа от отравляющих веществ и радиоактивной пыли при движении танка по зараженной местности. Для постановки дымовых завес в целях маскировки танк оборудован термодымовой аппаратурой и системой пуска дымовых гранат. Для тушения жара внутри танка он оборудован противопожарным оборудованием. Экипаж танка состоит из трех человек.

---



Рис. 1. Танк Т-64Б:  
(а — вид спереди; б — вид с кормы)

## 1.2. ОСНОВНЫЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### Общие параметры

Тип танка	Основной
Боевая масса, т	39,0
Экипаж, чел.	3
Удельная мощность, л. с./т	17,9
Среднее удельное давление, кгс/см <sup>2</sup>	0,86

Длина танка с пушкой мм:	
вперед	9225
назад	9605
Длина корпуса (по грязевым щиткам), мм	6540
Ширина танка, мм:	
по съёмным щиткам	3415
по гусеничным лентам	3270
Высота танка (по крыше башни), мм	2170
Длина опорной поверхности, мм	4242
Клиренс (по основному днищу), мм	500

### Эксплуатационные параметры

Скорости движения для одиночного танка в различных дорожных условиях

	По грунтовой дороге	По шоссе
Скорость движения, км/ч:		
средняя	35—46	45—50
максимальная		60,5

Расход горючего, смазочных материалов и запас хода

	По грунтовой дороге	По шоссе
Расход на 100 км пути, л:		
топлива	300—450	170—200
масла	6—15	4,0—8,5
Запас хода по топливу, км:		
без дополнительных бочек	+ 225—360	500—600
с использованием дополнительных бочек, не включенных в общую систему	310—450	700

### Преодолеваемые препятствия

Максимальный угол подъема, град.	30
Ширина рва, м	2,85
Высота стенки, м	0,8
Глубина брода (без предварительной подготовки танка), м	1,8
Водные преграды при скорости течения до 1,5 м/сек с использованием ОПВТ, м:	
ширина	Без ограничения
глубина	5

## Вооружение

### Пушка

Тип	Гладкоствольная
Марка	2А46-2
Калибр, мм	125
Боевая скорострельность, выстр./мин	8
Наибольшая прицельная дальность стрельбы с помощью прицела-дальномера ПГ42 снарядом, м:	
бронебойным подкалиберным	3000
кумулятивным	3000
осколочно-фугасным	4000
управляемым (для танка Т-64Б)	4000
Наибольшая прицельная дальность стрельбы с помощью ночного прицела ТПН1-49-23, м	800
Дальность прямого выстрела (при высоте цели 2 м) снарядом, м:	
бронебойным подкалиберным	2120
кумулятивным	1000
Максимальная дальность стрельбы осколочно-фугасным снарядом, м	Около 10 000
Высота линии огня, мм	1629
Заряжание	Автоматическое
Длина отката, мм:	
нормальная	270—325
предельная	340
Способ производства выстрела	Гальванозапалом, электроударным механизмом и механическим спуском
	ручную
Масса пушки (без подъемного механизма), кг	2390

### Пулемет, спаренный с пушкой

Количество	Один
Марка	ПКТ
Калибр, мм	7,62
Наибольшая прицельная дальность стрельбы с помощью прицела-дальномера ПГ42 м	1800
Сред. скорострельность, выстр./мин	700—800
Устройство пулемета	Ленточное
Скорость вращения в ленте, шт.	250

Способ производства выстрела	Дистанционный электроспуск
Масса пулемета, кг	10,5

Углы обстрела для пушки и  
спаренного с ней пулемета, град.

Горизонтальный	360
Возвышения при выключенном стабилизаторе	14
Снижения при выключенном стабилизаторе:	
на нос	6
на корму	4

Зенитно-пулеметная установка

Тип	Автономная закрытая (по расположению стреляющего) дистанционного управления
Время приведения из походного положения в боевое, с	30—35

Зенитный пулемет

Количество	Один
Марка	«Утес» (НСВТ-12,7)
Калибр, мм	12,7
Наибольшая дальность стрельбы с помощью прицела ПЗУ-5 по целям, м:	
воздушным	1500
наземным	2000
Темп стрельбы, выстр./мин	700—800
Питание пулемета	Ленточное
Число патронов в ленте, шт.	150
Способ производства выстрела	Дистанционный
Масса пулемета, кг	25

Углы обстрела для зенитно-пулеметной  
установки, град.

Горизонтальный	190 $\pm$ 1°
Возвышения	70
Снижения	5

Зона запрета стрельбы (чтобы исключить поражение ствола пушки), град.:	(—5)—(+8) в зоне возможного поражения ствола пушки
по вертикали	
по горизонтали	16±1

### Прицел зенитно-пулеметной установки

Тип	Оптический, монокулярный, перископический с панорамной головкой
Марка	ПЗУ-5
Увеличение, крат.	1
Поле зрения, град.	50
Прицельные сетки для прицеливания по целям:	
воздушным	Перекрестие и радиусные кольца, соответствующие скоростям воздушных целей от 0 до 300 м/с
наземным	Дистанционные деления и штрихи боковых поправок
Масса прицела, кг	10

### Приводы управления зенитно-пулеметной установкой

Тип	Электромеханические с независимым управлением по горизонтали и вертикали
Марка	1ЭЦ40-2С
Скорости вертикального наведения зенитного пулемета от пульта ПВ-20, град./с:	
минимальная, не более	0,4
максимальная, не менее	35
Скорости горизонтального наведения зенитного пулемета от пульта ПГ-20, град./с:	
минимальная, не более	0,3
максимальная	50±15

### Автомат

Количество	Один
Марка	АКМС

## Сигнальный пистолет

Количество	Один
Калибр, мм	26

### Боекомплект

Пушечных выстрелов, шт.	36
Патронов, шт.:	
к пулемету ПКТ	1250
к зенитному пулемету	300
к автомату АКМС	300
к сигнальному пистолету	12
Ручных гранат Ф-1, шт.	10
Тип пушечного выстрела	Раздельный с частично сгорающей гильзой и отделяющимся поддоном
Масса пушечного выстрела, кг:	
с бронебойным подкалиберным снарядом	19,5
с кумулятивным снарядом	28,5
с осколочно-фугасным снарядом	32,5
Масса снарядов, кг:	
бронебойного подкалиберного	5,67—6,5
кумулятивного	19,0
осколочно-фугасного	23,0
управляемого	33,2
Время на загрузку пушечных выстрелов в/танк, мин	25—27

### Механизм заряжания

Тип	Гидроэлектромеханический с постоянным углом заряжания
Вместимость конвейера, выстрелов, шт.	28
Скорость вращения конвейера, град./с	26
Продолжительность заряжания одного выстрела, с:	
минимальная	7,1 при повороте конвейера на один шаг
максимальная	19,5 при полном обороте конвейера
Наличие дублирующих приводов	Гидроэлектромеханический от пульта дублирования. Руч-

	ной привод конвейера и ручной механизм подачи выстрелов
Время заряжания вручную для производства выстрелов:	
первого	1 мин 40 с
последующих	1 мин
Время на загрузку конвейера выстрелами (в режиме полуавтоматической загрузки), мин	13—15
Жидкость, применяемая в гидросистеме МЗ	МГЕ-10А

#### Общие технические характеристики системы управления огнем

Марка	1А33
Время готовности к работе, мин, не более	3
Время непрерывной работы в боевых условиях	Не ограничивается

#### Характеристики системы выработки упрежденных координат

Диапазон измерения угла крена оси цапф пушки	$\pm 15^\circ$
Диапазон учитываемых температур воздуха $T_v$ и заряда $T_z$	$\pm 50^\circ \text{C}$
Диапазон учитываемого износа канала ствола, мм	до 5

#### Прицел-дальномер

Тип	Оптический квантовый, монокулярный, перископический, со стабилизацией поля зрения в двух плоскостях
Марка	1Г42
Увеличение, плавно изменяющееся, крат	3,9—9
Поле зрения	$20^\circ - 8^\circ 24'$
Диапазон измерения дальности, м	500—4000
Точность измерения дальности, м	$\pm 25$