

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ  
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ПРИКЛДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему

Моделювання характеристик поршневого насосу

---

зі спеціальності

Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика

---

Виконавець роботи Куліков Олександр Андрійович

*прізвіще ім'я по батькові*

---

*підпис, дата*

Науковий керівник

Кандидат технічних наук, доцент

*науковий ступінь, учене звання*

Ігнат'єв Олександр Савич

*прізвіще, ім'я, по батькові*

---

*підпис, дата*

Суми 2018

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 57с., 13 рисунків, 9 таблиць, 2 додатка, 9 літературних джерел.

Тема роботи «Моделювання характеристик поршневого насосу».

Графічні матеріали: 3 креслення формату А1: моделювання характеристик двопоршневого насоса, блок гідроциліндрів, агрегат електронасос ний АН1,6/16. 2 аркуша формату А2: привод, кришка. 5 креслень формату А3: вал відомий, клапан запобіжний, корпус сальника, блок клапанів напірних, поршень.

Мета роботи – підібрати формули, які будуть точно описувати характеристику насоса (коефіцієнт корисної дії, потужність, подача).

Відповідно до поставленої мети:

- наведено опис конструкції насосу
- підібрані формули, що описують характеристики насоса
- спроектований технологічний процес оброблення деталі блок гідроциліндрів для кафедри ПГМ
- розрахований кошторис деталі блок гідроциліндрів

У технологічному розділі розроблений технологічний процес обробки блока гідроциліндра для кафедри прикладної гідроаеромеханіки. Написані маршрутні карти, та карти ескізів.

У розділі економіки розрахований кошторис для деталі блок гідроциліндрів.

У розділі охорони праці розглянуті приклади включення людини в електричну мережу. Приведені приклади розрахунків максимального струму, що може проходити по людині без електрозахисту, та з ним. Приведена таблиця впливу постійного і змінного струмів на організм людини з різною силою.

Ключові слова: ПОРШНЕВИЙ НАСОС, ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСА, ФОРМУЛА, БЛОК ГІДРОЦИЛІНДРІВ.

## Зміст

Завдання

Реферат

1.	Моделювання характеристик поршневого насоса.....	5
1.1	Опис конструкції та класифікація поршневих насосів.....	5
1.2	Характеристики ККД, подачі, напора та потужності.....	9
1.3	Допустиме відхилення параметрів.....	15
1.4	Характеристики поршневих насосів.....	17
2.	Технологічна частина.....	31
2.1	Характеристика типу виробництва.....	31
2.2	Вибір та технічне обґрунтування методу виготовлення заготовки...32	32
2.3	Опис технологічного процесу.....	33
3.	Економічна частина.....	40
4.	Охорона праці в надзвичайних ситуаціях.....	46
4.1	Аналіз небезпеки ураження людини в існуючих електричних мережах.....	46
4.2	Двофазне (двополюсне) доторкання.....	47
4.3	Однофазне (однополюсне) доторкання.....	49
4.4	Дія кроку на людину.....	52
4.5	Характер впливу струмів на людину.....	54
	Список літератури.....	58

Додаток А

Додаток Б

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата			
Разраб.	Куліков				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Ігнатъев						
Реценз.							
Н. Контр.	Алексеевко						
Утверд.							
Моделювання характеристик поршневого насоса Пояснювальна записка							

# 1 МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРШНЕВОГО НАСОСА

## 1.1 Опис конструкції та класифікація поршневих насосів

Поршневі насоси мають цінні властивості, котрі зумовили їх широке поширення в народному господарстві. Основними з них є наступні: придатність для перекачування самих різноманітних рідин - гарячих і холодних, в'язких і вельми текучих, чистих і тих, що мають домішки в підвішеному стані; слабка залежність подачі від розвитку тиску (напору), що робить їх пристосованими для підтримки парових котлів, а також для перекачування рідин з мінливою залежністю від температури в'язкістю; здатність до сухого всмоктування (здатність засмоктувати рідину без попереднього заповнення засмоктуючого трубопроводу перекачуваною рідиною); можливість досягнення досить високих тисків при будь-яких, навіть незначних подачах; високий коефіцієнт корисної дії.

Робота поршневого насоса характеризується кількома параметрами. Основними з них є подача, напір, потужність і коефіцієнт корисної дії (К.К. Д.). Всі ці параметри отримані експериментальним шляхом. Тобто графіки подачі напору потужності і коефіцієнта корисної дії побудовані по певним точкам, які розташовані на певній відстані одна від одної, і які здобули в результаті випробування насоса. Проблема ускладнюється ще й тим, що жоден з параметрів насоса не може бути вимірний абсолютно точно, а отже, питання допустимих відхилень не можна розглядувати, не враховуючи похибок засобів вимірювань. А якщо, наприклад, наш насос не працюватиме в тому параметрі в якому він був визначений під час проведення експерименту, тобто ми точно не можемо сказати по графіку, які точно будуть параметри при цьому режимі роботи насоса. Що може привести надалі до невірних розрахунків потужності двигуна, подачі насоса, що тягне за собою зміну ККД насоса і його працездатність.

Але це можна усунути. Подача, коефіцієнт корисної дії, татиск має

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

характеристику з двох значень, наприклад: потужність від тиску, або подача від тиску (тобто ці характеристики можуть бути лінійні або квадратичні).

Для цих характеристик можна побудувати формулу кривої, яка буде точно описувати їх. Формулу кривої можна побудувати за допомогою двох, трьох, або чотирьох точок, які знаходяться на характеристиці. Таким чином ми зможемо точно дізнатися які параметри будуть у насоса при одному або іншому режимі роботи, і не тільки в експериментальних точках, а і між ними.

Поршневі насоси відносять до числа об'ємних насосів в яких переміщення рідини здійснюється шляхом витіснення її з робочих камер витиснювачем.

За видом витиснювача зворотно-поступальні насоси діляться на поршневі і діафрагмові. До поршневих насосів в широкому сенсі цього терміна відносяться також і плунжерні насоси. Різниця між ними полягає в конструкції витиснювача та характеру ущільнення.

Поршневі і плунжерні насоси класифікуються за кількома основними ознаками.

1. За характером руху ведучої ланки розрізняють насоси:

а) прямодіючі, в яких провідна ланка здійснює зворотно-поступальний рух (наприклад, парові прямодіючі);

б) вільні, в яких провідна ланка здійснює обертальний рух (кривошипні і кулачкові насоси).

2. За кількістю циклів нагнітання і всмоктування за один подвійний хід розрізняють насоси:

а) односторонньої дії;

б) двосторонньої дії.

3. За кількістю поршнів або плунжерів насоси бувають:

а) однопоршневі;

б) двохпоршневі;

в) трьохпоршневі;

г) багатопоршневі.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На (рис. 1.1) зображена схема найпростішого поршневого насоса. У циліндрі 3 розміщений поршень 4, який щільно прилягає своєю бічною поверхнею до стінки циліндра. За допомогою штока 5 поршень з'єднаний з приводною частиною насоса (на малюнку не вказана). До циліндру прикріплена клапанна коробка 2, в якій розміщені усмоктувальний 8 і напірний 9 клапани. До клапанної коробки приєднані усмоктувальна 6 і напірна 1 труби. Насос забирає рідину з резервуара 7. Клапани влаштовані так, що піднімаються з сідла автоматично і вільно пропускають рідину лише в одному напрямку.

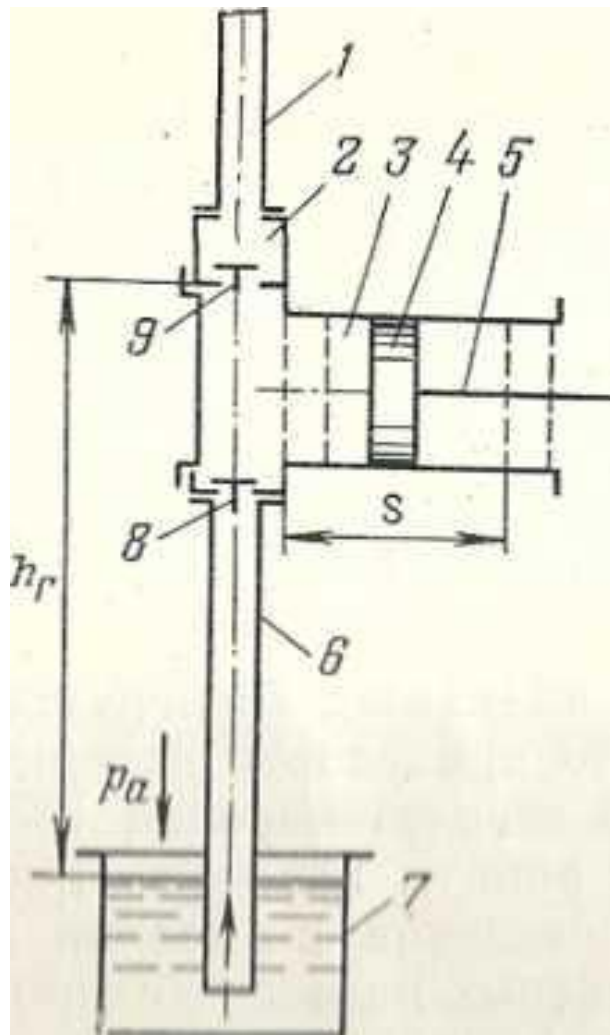


Рисунок 1.1 - Схема поршневого насоса односторонньої дії..

Поршень (або плунжер) насоса приводиться до руху від двигуна, або за допомогою кривошипно-шатунного механізму (кривошипні насоси), або безпосередньо штоком, що з'єднує поршень насоса з поршнем двигуна (прямо

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

діючі насоси). Для привода кривошипних насосів зазвичай застосовуються електродвигуни, а прямодіючі насоси, використовувані в теплоенергетиці, приводяться в дію паром.

Під час роботи насоса поршень пересувається всередині циліндра обернено-поступово на довжину ходу. Крайнє ліве і крайнє праве положення поршня називають лівою і правою мертвими точками.

При русі поршня з крайнього лівого положення вправо обсяг робочої камери збільшується і тиск в ній знижується. Так як клапани насоса автоматичні, то всмоктувальний клапан 8 відкриється, і рідина по всмоктувальній трубі 6, під дією атмосферного тиску  $p_a$ , рушить з резервуара 7 в робочу камеру насоса. При зворотному ході поршня з крайнього правого положення вліво всмоктуючий клапан 8 закриється, а напірний клапан 9 відкриється, і рідина буде витіснитися в напірну трубу.

У насоса, зображеного на (рис. 1) рідина витісняється при русі поршня тільки в одну сторону. Такі насоси називаються односторонньої (простої) дії. Якщо рідина витісняється при русі поршня в обидва боки, то такі насоси називаються насосами двосторонньої (подвійної) дії (рис. 1.2). При ході поршня вліво всмоктуючий 1 і напірний 2 клапани відкриті. Через клапан 1 відбувається всмоктування, а через клапан 2 - витіснення рідини в напірну трубу. В цей час клапани 3 і 4 закриті. При зворотному ході поршня через клапан 3 рідина надходить в робочу камеру, а через клапан 4 проводиться подача рідини в напірну трубу. Таким чином, всмоктування і нагнітання рідини у цього насоса відбуваються при кожному ході поршня.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

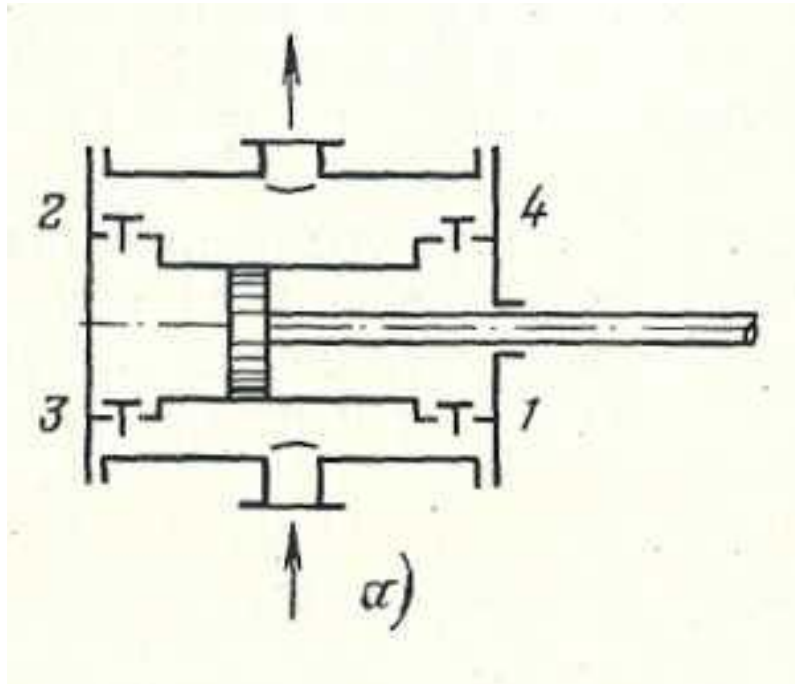


Рисунок 1.2 – Схема одноциліндрової поршневої двосторонньої дії.

## 1.2 Характеристики ККД, подачі, напора та потужності.

Розглянемо характеристики та графіки подачі.

Для судження про роботу поршневих насосів на режимах, що відрізняються від номінального, використовуються різного роду характеристики одержувані при випробуванні насосів.

Як відомо, для відцентрових насосів однією з основних характеристик є графічна залежність між напором  $H$  та подачею  $Q$  при постійній частоті обертання.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



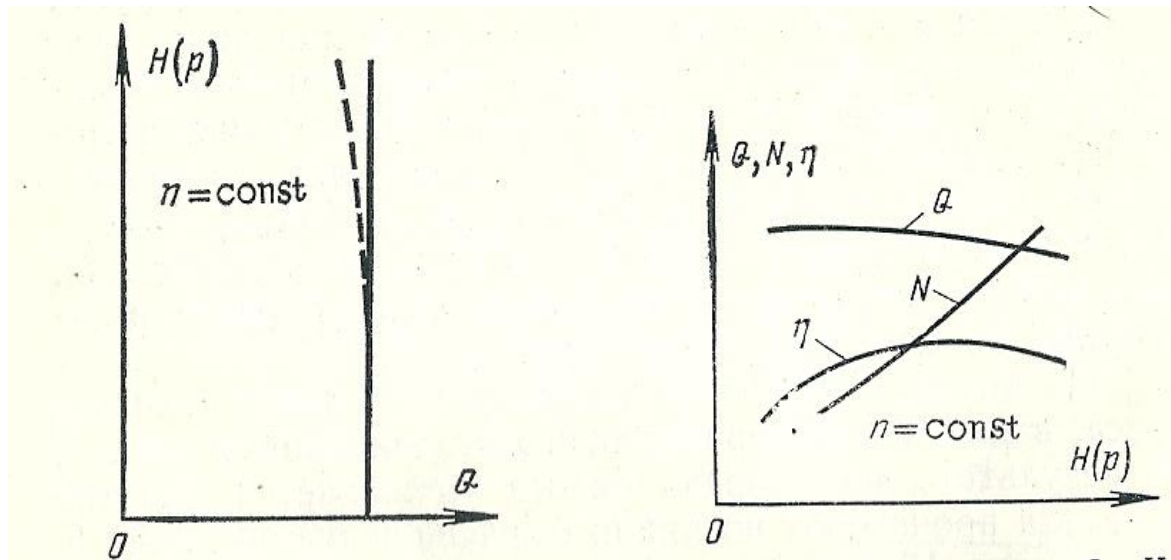


Рисунок 1.3 – Характеристика поршневого насоса

а – теоретична та фактична характеристики Q-H поршневого насоса

б – Характеристики Q-H, N-H та  $\eta$ -H поршневого насоса

У поршневого насоса теоретично подача  $Q$  не залежить від напору  $H$  (тиску  $p$ ), що ним створюється. Насправді зі збільшенням напору спостерігається незначне зменшення подачі, що пояснюється зростанням протікання рідини в насосі.

На (рис. 1.3 а) суцільною лінією показана теоретична і пунктирною лінією - дійсна характеристики H-Q поршневого насоса при постійному числі подвійних ходів  $n$ .

На (рис. 1.3 б) представлені криві зміни подачі  $Q$ , потужності  $N$  та К. К. Д. кривошипного насоса від напору  $H$  при постійній частоті обертання валу. Характеристика  $\eta$ - $H$  показує, що ККД насоса близький до постійного в широкому діапазоні зміни напору  $H$ . У кривошипних поршневих насосах зворотньо-поступальний рух робочого органу здійснюється кривошипно-шатунним механізмом (рис. 1.4).

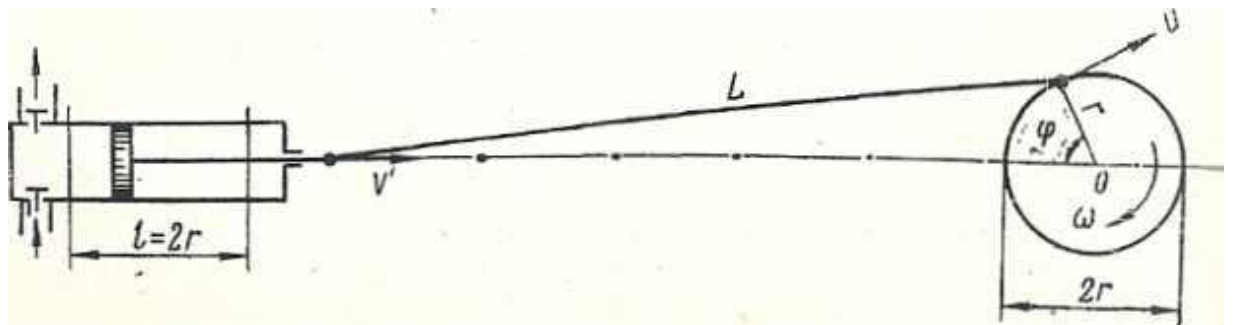


Рисунок 1.4 – Привод поршневого насоса.

Якщо довжина шатуна  $L$  досить велика в порівнянні з радіусом кривошипа  $r$ , то миттєва швидкість руху робочого органу в цьому випадку визначається наближеним виразом

$$v = r \cdot \omega \cdot \sin\varphi = u \cdot \sin\varphi$$

Де,  $\omega = \frac{\pi n}{30}$  - кутова швидкість обертання кривошипа,  $\varphi$  - кут повороту кривошипа,  $u$  - окружна швидкість руху пальця кривошипа.

З цього випливає при  $\varphi = 0; 180; 360$   $v=0$ ; при  $\varphi = 90$  та  $270$   $v = u = v_{\max}$

Графіки подачі поршневих насосів наведені на (рис. 1.5): а-однопоршневого односторонньої дії; б- односторонньої (I) і двосторонньої (II) дії; в - трьохпоршневого односторонньої дії зі зміщенням фаз їх робочих циклів на кут  $120^\circ$ ; г - чотирьохпоршневого односторонньої (I) і двосторонньої (II) дії зі зміщенням фаз на  $90^\circ$ .





При перекачуванні гарячої води ( $t > 70^\circ$ ), а також в'язких рідин насос слід розташовувати нижче рівня рідини в видатковому резервуарі, тобто рідина повинна надходити в насос з підпором.

Максимальний тиск, що розвивається поршневим насосом на виході, може бути досить значним і визначається міцністю деталей насоса, потужністю двигуна і герметичністю робочої камери.

Розглянемо потужність та ККД поршневих насосів.

За допомогою знятої індикаторної діаграми можна визначити середній індикаторний тиск  $p_{\text{ри}} = \frac{S_{\text{д}}}{l_{\text{д}}}$ , де  $S_{\text{д}}$  — площа індикаторної діаграми (Знімаються індикаторні діаграми за допомогою самописного приладу - індикатора тиску або осцилографа, підключеного до робочої камери насоса), що визначається її планіметруванням  $l_{\text{д}}$  — проекція індикаторної діаграми на вісь абсцис.

За середнім індикаторним тиском можна визначити потужність, що розвивається насосом всередині робочої камери, яку зазвичай називають індикаторною потужністю і позначають  $N_{\text{и}}$ . Для поршневого насоса односторонньої дії індикаторна потужність  $N_{\text{и}} = \frac{p_{\text{и}} S l n}{60} 60$

Відношення корисної потужності  $N_{\text{и}}$ , що визначається формулою  $N_{\text{п}} = Qp = Q\gamma H = GH$  до індикаторної потужності представляє індикаторний к. к. д. насоса:  $\eta_{\text{и}} = \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{и}}} = \eta_{\text{о}} \cdot \eta_{\text{г}}$

$\eta_{\text{о}}$  — об'ємний к.к.д., що змінюється в межах 0,85-0,99;

$\eta_{\text{г}}$  — гідравлічний к.к.д., що враховує втрати тиску в самому насосі, та в клапанах, значення знаходяться в межах 0,70—0,90.

Відношення індикаторної потужності  $N_{\text{и}}$  до потужності  $N_{\text{е}}$  механічний к.к.д., значення знаходяться в межах 0,85—0,90.

К.к. д. поршньових насосів залежить від розмірів насоса, його конструкції та знаходиться в межах 0,65—0,92 (менші значення - для малих насосів, більші - для великих).

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 1.3 Допустиме відхилення параметрів

В силу виробничих причин має місце розсіювання будь-якого параметра насоса. Для генеральної сукупності насосів даної марки це розсіювання характеризується параметрами нормального розподілу: математичним очікуванням і середньквдратичним відхиленням.

При вимірюванні параметра насоса через похибки засобів вимірювань його справжнє значення, залишається невідомим. Розсіювання результатів вимірювань параметра для генеральної сукупності також характеризується параметрами нормального розподілу.

На натиск встановлюється двосторонній допуск: зниження напору зменшує подачу насоса, а збільшення може призвести до перевантаження двигуна і до погіршення показників роботи насоса (зниження К. К. Д., появи кавітації, збільшення радіальних сил).

Фактичне середнє значення напору при номінальній подачі часто не збігається з номінальним напором, що вказані у технічній документації. При двосторонньому допуску це призводить до збільшення частки непридатних насосів. Уникнути цього без розширення поля допуску можна двома шляхами: привести у відповідність номінальний і середній напір або конструктивними заходами (наприклад, зміною діаметра робочого колеса), або коригуванням технічної документації; встановити несиметричне поле допусків, проаналізувавши наслідки цього.

На (рис. 1,6) показані чотири можливих випадків співвідношення між фактичним розподілом напору і його номінальним значенням з урахуванням допуску. На (рис. 1.6 а) надано випадок, коли середнє арифметичне результатів випробувань збігається з номінальним значенням напору, а поле прийнятно-здавального допуску  $>3\sigma_{\text{пр}}$ . При цьому ймовірність бракування (заштрихована) мізерно мала. Брак з'являється в двох випадках: при  $E_{\text{ср}} = E_{\text{н}}$ , якщо допуск  $<3\sigma_{\text{пр}}$  (рис. 1.6 б); при  $E_{\text{ср}} \neq E_{\text{н}}$  і збереженні симетричного допуску (рис. 1.6 в).

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Зменшити частку браку можна, встановивши несиметричний допуск.

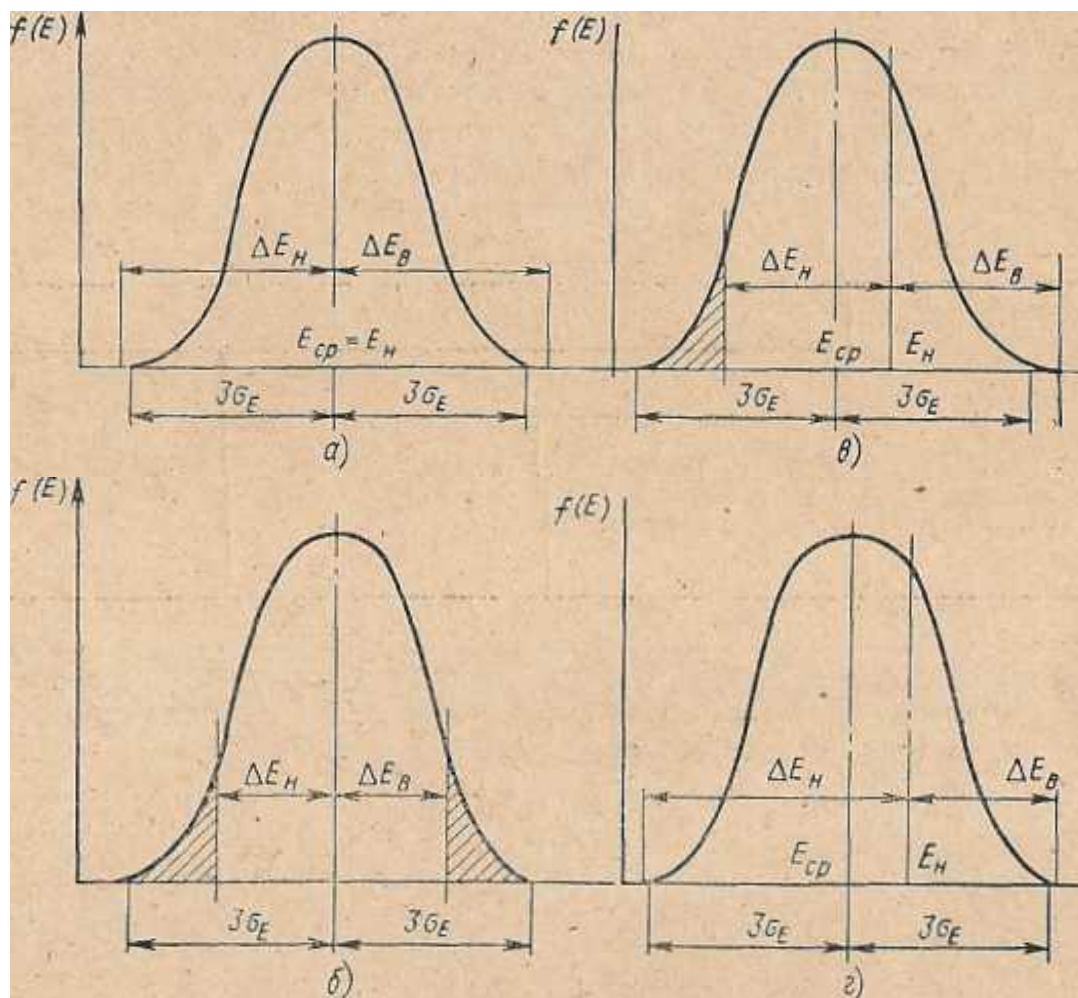


Рисунок 1.6 - Співвідношення між фактичним розподілом напору і його номінальним значенням з урахуванням допуску.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ

Лист





Як ми можемо побачити, будь-яку характеристику насоса можна описати кривою, вона може бути як лінійна, так і параболічна.

Наприклад, візьмемо характеристику поршневого насоса (рис. 1.9) та знімемо з графіка точки напору та потужності, які занесемо в таблицю 1 і 2.

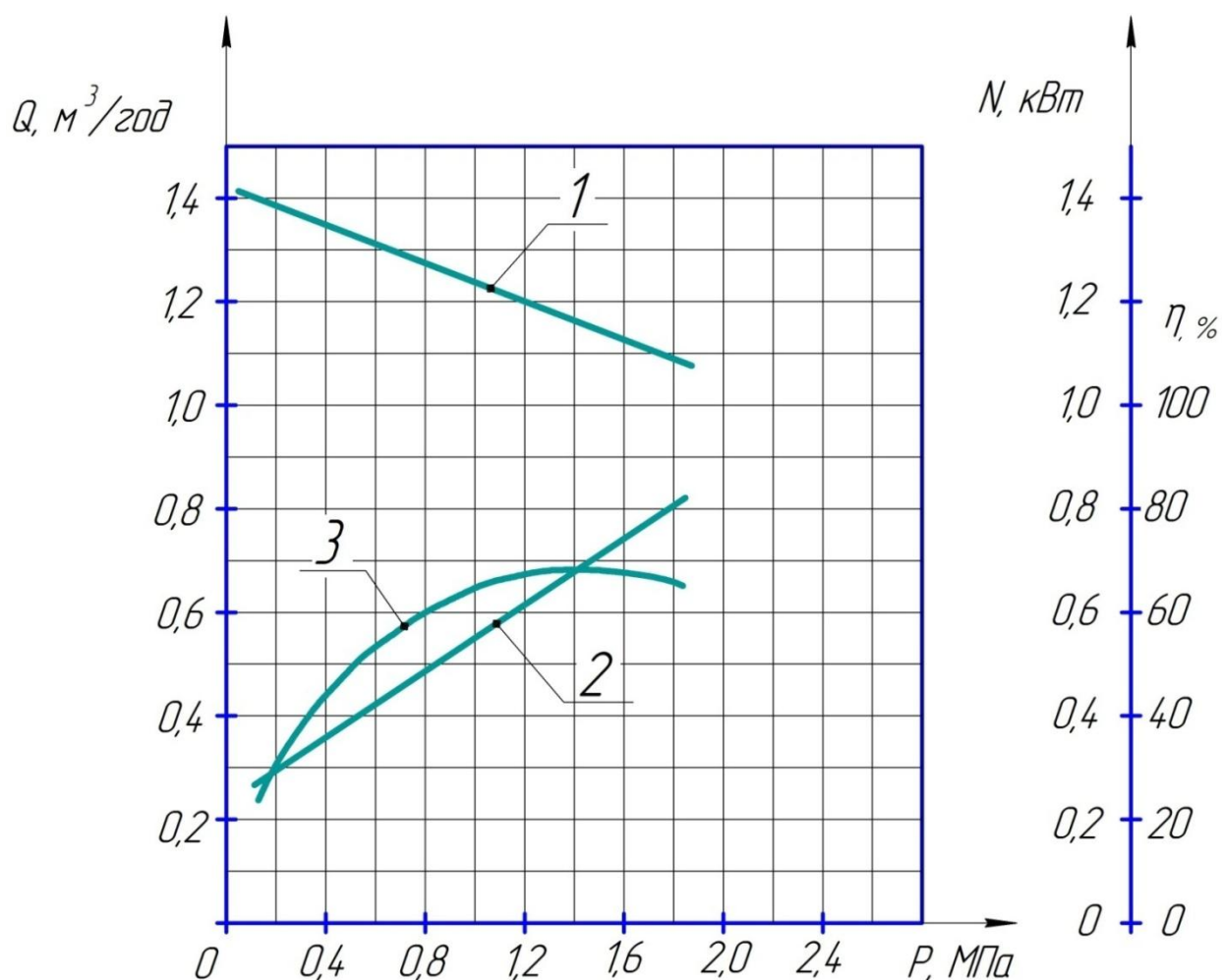


Рисунок 1.9 – Характеристика поршневого насоса

1 – графік залежності  $Q = f(P)$

2 – графік залежності  $N = f(P)$

3 – графік залежності  $\eta = f(P)$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ

Лист

Таблиця 1.1 – Потужність Таблиця 1.2 - Подача

р, МПа (x)	Нспож (y)	К <sub>i</sub>
0,1	0,26	0,000
0,2	0,3	0,400
0,3	0,33	0,350
0,4	0,36	0,333
0,5	0,39	0,325
0,6	0,42	0,320
0,7	0,45	0,317
0,8	0,48	0,314
0,9	0,52	0,325
1,0	0,55	0,322
1,1	0,58	0,320
1,2	0,62	0,327
1,3	0,65	0,325
1,4	0,68	0,323
1,5	0,71	0,321
1,6	0,74	0,320
1,7	0,77	0,319
1,8	0,8	0,318
К <sub>ср</sub>		0,328

р, МПа (x)	Q факт (y)	К <sub>i</sub>
0,1	1,4	0,000
0,2	1,38	-0,200
0,3	1,37	-0,150
0,4	1,35	-0,167
0,5	1,33	-0,175
0,6	1,31	-0,180
0,7	1,29	-0,183
0,8	1,27	-0,186
0,9	1,26	-0,175
1,0	1,23	-0,189
1,1	1,21	-0,190
1,2	1,2	-0,182
1,3	1,18	-0,183
1,4	1,16	-0,185
1,5	1,15	-0,179
1,6	1,12	-0,187
1,7	1,1	-0,188
1,8	1,09	-0,182
К <sub>ср</sub>		-0,181

Ми зняли значення з графіка через одну десяту мегапаскалей, але якщо наш насос буде працювати при тиску 0,52 мегапаскалей, то нам доведеться знімати ще одну точку (на око) з тією умовою, що поточні точки на графіку мають також свою похибку при випробуванні насоса. Тобто знята нами точка буде мати похибку, що може вплинути на подальший розрахунок насоса і його використання. Як ми бачимо з графіка, характеристики насоса лінійні, тобто ми зможемо побудувати формулу кривої. Формула кривої буде точно описувати саму криву.

Будуємо криву, яка описує потужність. Так як характеристика лінійна то формула кривої і буде мати вигляд( $y=kx$ ).

Де, $(y)$ та $(x)$ - значення за відповідними осями,  $(k)$  - визначає нахил кривої.

Повна формула записується так:

$$y_i = k(x_i - x_1) + y_1$$

де,  $(y_i)$  и  $(x_i)$ -точка на прямий,  $(x_1)$  і  $(y_1)$  - координати початкової точки. Знаходимо коефіцієнт  $(k_i)$  для кожної точки, осереднюємо його і записуємо в таблицю 1.1 і 1.2.

$$k_i = \frac{y_i - y_1}{x_i - x_1} = \frac{0,3 - 0,26}{0,2 - 0,1}$$

тобто формула кривої буде мати вигляд:

для потужності

$$y_i = 0,32 * (x_i - 0,1) + 0,26$$

для подачі

$$y_i = -0,181 * (x_i - 0,1) + 1,4$$

Знаючи значення  $x_i$  ми можемо зайти уї та навпаки.

А тепер знайдемо формулу кривої для ККД. Ми можемо представити що ККД це парабола другого ступеня вітки якої направлені вниз. Тому формула ККД в загальному вигляді буде такою:

$$y = kx^2 + bx + c$$

Знімемо точки з кривої ККД (рис. 1.9) та занесемо в таблицю 1.3

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 1.3 –ККД

P(x)	ККД(y)
0,1	20,6
0,2	30
0,3	37,9
0,4	44,2
0,5	49
0,6	53,7
0,7	57
0,8	60
0,9	63
1	64,8
1,1	66,3
1,2	67,9
1,3	68
1,4	67,9
1,5	67,5
1,6	67,6
1,7	67
1,8	65,8

Складемо систему рівнянь для ККД. Для цього використаємо точку першу ( $x_1=0,1$ ;  $y_1=20,6$ ), останню ( $x_2=1,3$ ;  $y_2=68$ ) та максимум( $x_3=1,8$ ;  $y_3=65,8$ ).

$$\begin{aligned} a \cdot 0,01 + b \cdot 0,1 + c &= 20,6 \\ a \cdot 1,69 + b \cdot 1,3 + c &= 68 \\ a \cdot 3,24 + b \cdot 1,8 + c &= 65,8 \end{aligned}$$

Від другого рівняння віднімемо перше рівняння, а від третього рівняння віднімемо друге рівняння. Скоротимо (а) перемноживши рівняння на відповідні коефіцієнти.

$$\begin{aligned} (a \cdot 1,68 + b \cdot 1,2) \cdot 1,55 &= 74,4 \cdot 1,55 \\ (a \cdot 1,55 + b \cdot 0,5) \cdot 1,68 &= -2,2 \cdot 1,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a \cdot 2,604 + b \cdot 1,68 &= 73,74 \\ a \cdot 2,604 + b \cdot 0,84 &= -3,696 \end{aligned}$$

						6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Віднімаємо рівняння один від одного і знаходимо (b)

$$b \cdot 0,84 = 77,166$$

$$b = 91,864$$

Знаходимо (a) підставивши (b) у відповідне рівняння

$$a \cdot 1,68 + 91,864 \cdot 1,2 = 47,4$$

$$a = -37,403$$

Знаходимо (c) підставивши (a) і (b) у відповідне рівняння

$$-37,403 \cdot 0,01 + 91,864 \cdot 0,1 + c = 20,6$$

$$c = 11,788$$

Перевіряємо рівняння підставивши (a) (b) і (c) у початкову систему рівнянь

$$-37,403 \cdot 0,01 + 91,864 \cdot 0,1 + 11,788 = 20,6$$

$$-37,403 \cdot 1,69 + 91,864 \cdot 1,3 + 11,788 = 68$$

$$-37,403 \cdot 3,24 + 91,864 \cdot 1,8 + 11,788 = 56$$

Як ми бачимо, порівнявши цю систему рівнянь з початковою, перші дві точки співпадають з початковими даними, але остання точка виходить за межі. Це можна пояснити тим, що теоретична подача визначається з формули:

$$Q_T = q \cdot n$$

А фактична подача визначається з формули:

$$Q_\phi = Q_T \cdot \eta_0$$

Де об'ємний ККД постійно змінюється, а не сталий як у інших насосів. Перша причина чому об'ємний ККД насоса непостійний залежить від не розчиненого повітря, яке знаходиться в рідині. Друга причина це

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

недозаповнення камери. Коли поршень рухається дуже швидко рідина не встигає повністю заповнити робочу камеру насоса і чим швидше буде рухатися поршень тим більше буде недозаповнення робочої камери насоса. А третя причина полягає в протіканні. Там, де є рухомий орган завжди буде протікання і чимшвидше цей орган рухається, тим більше буде протікання. Якщо подивимося на (рис. б), то швидкість робочого органу буде нерівномірною. Швидкість руху робочого органу визначається формулою

$$v = r \cdot \omega \cdot \sin\varphi = u \cdot \sin\varphi$$

Де,  $\omega = \frac{\pi n}{30}$  - кутова швидкість обертання кривошипа,  $\varphi$  - кут повороту кривошипа,  $u$  - окружна швидкість руху пальця кривошипа.

З цього випливає: при  $\varphi = 0; 180; 360$   $v=0$ ; при  $\varphi = 90$  та  $270$   $v = u = v_{\max}$   
 Ми можемо зробити висновок, що на об'ємний ККД впливає дуже багато факторів, і через те що він не постійний його дуже складно визначити. Можемо також визначити формулу кривої для ККД методом Крамера. Складаємо систему рівнянь. Числа з системи рівнянь записуємо в матрицю в певній послідовності, щоб знайти окремі числа (а), (b) та (с).

$$\begin{aligned} a \cdot 0,01 + b \cdot 0,1 + c &= 20,6 \\ a \cdot 1,69 + b \cdot 1,3 + c &= 68 \\ a \cdot 3,24 + b \cdot 1,8 + c &= 65,8 \end{aligned}$$

Знаходимо з системи рівнянь число (а):

$$a = \frac{\begin{vmatrix} 20,6 & 0,1 & 1 \\ 68 & 1,3 & 1 \\ 65,8 & 1,8 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 0,01 & 0,1 & 1 \\ 1,69 & 1,3 & 1 \\ 3,24 & 1,8 & 1 \end{vmatrix}} =$$

$$\begin{aligned} &= \frac{20,6 \cdot 1,3 \cdot 1 + 68 \cdot 1,8 \cdot 1 + 65,8 \cdot 0,1 \cdot 1 - 65,8 \cdot 1,3 \cdot 1 - 0,01 \cdot 1,3 \cdot 1 + 1,69 \cdot 1,8 \cdot 1 + 3,24 \cdot 0,1 \cdot 1 - 3,24 \cdot 1,3 \cdot 1 -}{- 1 \cdot 0,1 \cdot 68 - 20,6 \cdot 1,8 \cdot 1} = \frac{26,34}{-1,02} = -25,824 \end{aligned}$$

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Знаходимо число (b):

$$b = \frac{\begin{array}{r} 0,01 \quad 20,6 \quad 1 \\ 1,69 \quad 68 \quad 1 \\ 3,24 \quad 65,8 \quad 1 \\ \hline 0,01 \quad 0,1 \quad 1 \\ 1,69 \quad 1,3 \quad 1 \\ 3,24 \quad 1,8 \quad 1 \end{array}}{=} =$$

$$= \frac{0,01 \cdot 68 \cdot 1 + 1,69 \cdot 65,8 \cdot 1 + 3,24 \cdot 20,6 \cdot 1 - 3,24 \cdot 68 \cdot 1 - 0,01 \cdot 1,3 \cdot 1 + 1,69 \cdot 1,8 \cdot 1 + 3,24 \cdot 0,1 \cdot 1 - 3,24 \cdot 1,3 \cdot 1 - 1,69 \cdot 20,6 \cdot 1 - 0,01 \cdot 65,8 \cdot 1}{- 1,69 \cdot 0,1 \cdot 1 - (0,01 \cdot 1,8 \cdot 1)} = \frac{-77,166}{-1,02} = 75,653$$

Таким самим чином знаходимо (с):

$$c = \frac{\begin{array}{r} 0,01 \quad 20,6 \quad 1 \\ 1,69 \quad 68 \quad 1 \\ 3,24 \quad 65,8 \quad 1 \\ \hline 0,01 \quad 0,1 \quad 1 \\ 1,69 \quad 1,3 \quad 1 \\ 3,24 \quad 1,8 \quad 1 \end{array}}{=} =$$

$$= \frac{0,01 \cdot 1,3 \cdot 65,8 + 1,69 \cdot 1,8 \cdot 20,6 + 3,24 \cdot 0,1 \cdot 68 - 3,24 \cdot 1,3 \cdot 20,6 - 0,01 \cdot 1,3 \cdot 1 + 1,69 \cdot 1,8 \cdot 1 + 3,24 \cdot 0,1 \cdot 1 - 3,24 \cdot 1,3 \cdot 1 - 1,69 \cdot 0,1 \cdot 65,8 - 0,01 \cdot 1,8 \cdot 68}{- 1,69 \cdot 0,1 \cdot 1 - (0,01 \cdot 1,8 \cdot 1)} = \frac{-13,559}{-1,02} = 13,293$$

Перевіряємо систему рівнянь підставивши замість (а), (b)та (с) відповідні числа.

$$-25,824 \cdot 0,01 + 75,653 \cdot 0,1 + 13,293 = 20,6$$

$$-25,824 \cdot 1,69 + 75,653 \cdot 1,3 + 13,293 = 68$$

$$-25,824 \cdot 3,24 + 75,653 \cdot 1,8 + 13,293 = 65,8$$

Як ми можемо бачити порівнявши початкову систему рівнянь та систему рівнянь що ми отримали всі три точки співпадають. Тоді прорахуємо всі точки, які ми зняли з ККД.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 1.4 – Перераховані числа за методом Крамера

P(x)	ККД(y)	ККД <sub>i</sub>
0,1	20,6	20,6
0,2	30	27,4
0,3	37,9	33,7
0,4	44,2	39,4
0,5	49	44,7
0,6	53,7	49,4
0,7	57	53,6
0,8	60	57,3
0,9	63	60,5
1	64,8	63,1
1,1	66,3	65,3
1,2	67,9	66,9
1,3	68	68,0
1,4	67,9	68,6
1,5	67,5	68,7
1,6	67,6	68,2
1,7	67	67,3
1,8	65,8	65,8

Як ми бачимо співпадають тільки три точки (0,1; 1,3; 1,8), а останні точки мають дуже велику похибку. Це означає, що наша крива побудована за допомогою формули не являється формулою ККД через велику похибку. Тому цей метод визначення кривої нам не підходить.

На виробництві наповнений великий експериментальний матеріал, що стосується характеристик виготовлених насосів, отримані характеристики будувалися по точках з усередненим кроком.

Для отримання проміжних значень характеристик використовувався графічний або графо-аналітичний методи. Зараз великого поширення набули методи, які описують об'єкти. Якщо модель досить точна, то експеримент на об'єкті може бути замінений експериментом на моделі. Поряд з фізичними моделями все більшого поширення набувають абстрактні математичні



моделі. Можна отримати нові відомості про об'єкт експериментуючи на моделі, якщо вона досить точно описує об'єкт.

При створенні моделей, що описують характеристики насоса ми спиралися на необхідність, щоб метод експериментально отриманими точками і розрахунковими значеннями не перевищували похибку експерименту. В якості моделей використовувався ряд стандартних функцій. За результатами розрахунків були підібрані коефіцієнти і постійні для математичної моделі. Як показав аналіз характеристики подачі і потужності поршневого насоса, їх можна пояснити за допомогою прямої лінії. Коефіцієнт корисної дії описується параболою. Результати розрахунків і експериментів показані в таблицях і на графіках.

Спробуємо описати ККД за допомогою формули кола. Для цього також візьмемо три точки: першу ( $x_1=0,1$ ;  $y_1=20,6$ ), останню ( $x_2=1,3$ ;  $y_2=68$ ) та максимум ( $x_3=1,8$ ;  $y_3=65,8$ ). Формула кола в загальному вигляді буде такою:

$$x - a^2 + (y - b)^2 = R^2$$

Складаємо систему рівнянь, де маємо 3 невідомих ( $a$ ), ( $b$ ) та ( $R$ )

Для чистоти експерименту числа скорочувати не будемо, тому що це може вплинути на подальший невірний розв'язок рівняння.

$$0,1 - a^2 + (20,6 - b)^2 = R^2$$

$$1,3 - a^2 + (68 - b)^2 = R^2$$

$$1,8 - a^2 + (65,8 - b)^2 = R^2$$

Розв'язуємо систему рівнянь для цього потрібно відняти рівняння 1 від 2, та 3 від 2. Отримаємо:

$$2,4a + -4201,32 + 90,4b = 0$$

$$-a + 298,1 + 4,4b = 0$$

Перемножимо два рівняння на відповідні коефіцієнти.

$$2,4a + -4201,32 + 90,4b \cdot (-1) = 0 \cdot (-1)$$

$$-a + 298,1 + 4,4b \cdot 2,4 = 0 \cdot 2,4$$

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Отримаємо:

$$\begin{aligned}-2,4a + 4201632 - 90,4b &= 0 \\ -2,4a + 702,744 + 10,56b &= 0\end{aligned}$$

Знайдемо  $(b)$  віднявши одне рівняння від другого, та вирішивши його

$$3498,576 = 100,96b$$

$$b = \frac{3498,576}{100,96} = 34,6530903328$$

Знайдемо  $(a)$  підставивши  $(b)$  у відповідне рівняння й вирішивши його

$$2,4a + -4201,32 + 90,4 \cdot 34,6530903328 = 0$$

$$a = \frac{1068,68063399149}{2,4} = 445,2835974645$$

Перевіряємо рівняння підставивши замість відповідних чисел відповідні коефіцієнти. Й отримаємо радіус вирішивши рівняння.

$$0,1 - 445,2835974645^2 + (20,6 - 34,6530903328)^2 = 198385,9$$

$$1,3 - 445,2835974645^2 + (68 - 34,6530903328)^2 = 198233,4$$

$$1,8 - 445,2835974645^2 + (65,8 - 34,6530903328)^2 = 197647,83$$

Знайдемо радіуси кола з рівнянь

$$\sqrt{198385,9} = 445,40$$

$$\sqrt{198233,4} = 445,23$$

$$\sqrt{197647,83} = 445,57$$

Знайдемо зі всіх рівнянь середній радіус.

Коло, яке описує ККД має радіус 445мм. Деякі точки можуть виходити за межі кола, але в рамках похибки, яка складає менше 0,01%

Спробуємо також вписати в криву ККД еліпс.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В загальному вигляді формула еліпса має такий вигляд:

$$1 = \frac{(x - x_0)^2}{a^2} + \frac{(y - y_0)^2}{b^2}$$

де  $(x)$  та  $(y)$  – точка, що знаходиться на еліпсі

$(x_0)$  та  $(y_0)$  – точка, в якій знаходиться центр еліпсу

$(a)$  та  $(b)$  – відстань від центру еліпса до точок найближчої та найдалшої.

В цьому рівнянні маємо чотири невідомих  $(x_0)$ ,  $(y_0)$ ,  $(a)$ ,  $(b)$ . Для кожної невідомої потрібно записати одне рівняння.

Візьмемо точки першу  $(x_1=0,1; y_1=20,6)$ , останню  $(x_2=1,3; y_2=68)$ , максимум  $(x_3=1,8; y_3=65,8)$  та довільну точку  $(x_4=0,8; y_4=60)$

Складемо систему рівнянь

$$1 = \frac{(0,1 - x_0)^2}{a^2} + \frac{(20,6 - y_0)^2}{b^2}$$

$$1 = \frac{(1,3 - x_0)^2}{a^2} + \frac{(68 - y_0)^2}{b^2}$$

$$1 = \frac{(1,8 - x_0)^2}{a^2} + \frac{(65,8 - y_0)^2}{b^2}$$

$$1 = \frac{(0,8 - x_0)^2}{a^2} + \frac{(60 - y_0)^2}{b^2}$$

За допомогою числового методу були отримані наступні результати:

$$x_0 = 1,43930439492226$$

$$y_0 = -21,3668112798265$$

$$a = -1,51516433412143$$

$$b = 89,7469310552558$$

Це і є наші корені рівняння.

Перевіримо рівняння для кожної точки підставивши корені рівняння:

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-14 знаків після коми,

-3знаків після коми

-1знаків після коми

Таблиця 1.5 – Результати розрахунку за еліпсом

P(x)	ККД(y)	ККД(i)	P(x)	ККД(y)	ККД(i)	P(x)	ККД(y)	ККД(i)
0,1	20,6	1,000000	0,1	20,6	1,000	0,1	20,6	1,0
0,2	30	0,996602	0,2	30	0,997	0,2	30	1,0
0,3	37,9	1,001503	0,3	37,9	1,002	0,3	37,9	1,0
0,4	44,2	1,004246	0,4	44,2	1,004	0,4	44,2	1,0
0,5	49	0,999067	0,5	49	0,999	0,5	49	1,0
0,6	53,7	1,006456	0,6	53,7	1,006	0,6	53,7	1,0
0,7	57	1,000556	0,7	57	1,001	0,7	57	1,0
0,8	60	1,000000	0,8	60	1,000	0,8	60	1,0
0,9	63	1,010390	0,9	63	1,010	0,9	63	1,0
1	64,8	1,005873	1	64,8	1,006	1	64,8	1,0
1,1	66,3	1,004331	1,1	66,3	1,004	1,1	66,3	1,0
1,2	67,9	1,014274	1,2	67,9	1,014	1,2	67,9	1,0
1,3	68	1,000000	1,3	68	1,000	1,3	68	1,0
1,4	67,9	0,990002	1,4	67,9	0,990	1,4	67,9	1,0
1,5	67,5	0,982088	1,5	67,5	0,982	1,5	67,5	1,0
1,6	67,6	0,993939	1,6	67,6	0,994	1,6	67,6	1,0
1,7	67	0,999085	1,7	67	0,999	1,7	67	1,0
1,8	65,8	1,000000	1,8	65,8	1,000	1,8	65,8	1,0

Підставивши будь яку точку, що знаходиться на ККД в рівняння еліпсу, й вирішивши його за допомогою отриманих коренів ми отримаємо 1. Тобто точка знаходиться на ККД. Це означає, що саме це рівняння описує дуже точно криву ККД.

Робота поршневого насоса характеризується кількома параметрами. Основними з них є подача, напір, потужність і коефіцієнт корисної дії (К. П. Д.). Всі ці графіки побудовані за допомогою точок, які були виведені експериментальним шляхом. Ці точки розташовуються на деякій відстані одна від одної, і якщо нам треба знайти точно, які параметри насоса будуть лежати між цими точками, ми можемо використовувати формули кривих.

Формули кривих точно описують будь-які криві з мінімальною похибкою, будь то парабола або пряма, і ми зможемо точно визначити параметри насоса в будь-якій точці на прямій. Також ми зможемо перевірити чи може насос працювати на таких параметрах чи ні.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Характеристика типа виробництва

Тип виробництва і відповідна йому форма організації робіт визначає характер технологічного процесу і його побудову.

Розробимо технологічний процес блоку гідроциліндрів для кафедри прикладної гідроаеромеханіки.

Одиничний тип виробництва характеризується широкою непостійною номенклатурою продукції, невеликим обсягом випуску однакових виробів, які з часом не повторюються. Це обмежує можливість використання стандартних конструкторсько-технологічних рішень. Відмітною рисою одиничного типу виробництва є:

- переважна більшість технологічно спеціалізованих цехів, дільниць, робочих місць і відсутність постійно закріплених за ними певних виробів;
- використання універсального обладнання і розміщення його за однотипними групами;
- велика частка висококваліфікованих працівників, що зайняті в виробничому процесі;
- достатньо велика частка виконуваних вручну операцій і тривалість виробничого циклу;
- децентралізація оперативно-виробничого планування й управління виробництвом;
- достатньо висока частка відходів виробництва.

Середня кваліфікація робітників при одиничному типові виробництва вища, ніж в масовому та середньо-серійному виробництві.

Технологічна документація і технічне нормування детально розробляються для найбільш складних і відповідальних заготовок при одночасному вживанні спрощеної документації і дослідно-статистичного нормування простих заготовок.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 Вибір і технічне обґрунтування методу виготовлення заготовки

Литво по моделях, що газифікуються - спосіб отримання виливків, що використовує модель, виготовлену з матеріалу, який газифіковується при заливці розплавленого металу в ливарну форму. Найпоширенішим матеріалом для моделей є пінополістирол.

Спосіб лиття по моделях, що газифікуються (ЛГМ) має низку переваг:

- Різко зменшити витрати на обладнання
- Скоротити число технологічних операцій
- Завдяки використанню в якості формувального матеріалу оборотного кварцового піску і зміцнення форми вакуумом виключається використання стрижнів і обладнання для їх виготовлення

- Скоротити операції фінішної обробки виливків
- Знизити до мінімуму кількість відходів виробництва
- Скоротити трудомісткість в 2-4 рази
- Знизити споживання електроенергії в 2-3 рази
- Скоротити і оптимально використовувати виробничі площі
- Зменшити витрати на допоміжні матеріали в 3-5 разів

Витрати на організацію виробництва ЛГМ, включають в себе проектування та виготовлення прес-форм. Технологія ЛГМ дозволяє одержувати виливки вагою від 10 грам до 2000 кілограм з чистотою поверхні Ra 3,2 – 6,3, розмірної і вагової точності до 4 класу (ГОСТ 26645-85).

Матеріали виливків

- практично всі марки чавунів від СЧ15 до ВЧ50, зносостійкі.
- сталі, від простих вуглецевих ст. 20-45 до високолегованих, теплостійких і жароміцних.
- практично всі ливарні марки бронзи, латуні, алюмінію.

						6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## 2.3 Опис техпроцесу

### 005 Заготівельна

Заготовка - литво по моделях, що газифікуються (ЛГМ)  $m_{зар} = 20$  кг.

### 010 Контроль ВТК

Виконується контроль заготовки для її подальшої обробки.

Контролювати розміри згідно кресленню та твердість заготовки.

Вимірювальний інструмент:

Твердомір ТП-808.

Штангенциркуль ШЦ-I 200-0,1 ГОСТ166-89.

### 015 Слюсарна

Прибрати задирки, які утворилися після відливання та зробити базу.

Інструмент:

Напильник слюсарний

### 020 Горизонтально-фрезерна

Обладнання – верстат 6Р82

Технічна характеристика:

Розміри робочої поверхні стола (довжина x ширина), мм 1250x320

Число Т-образних пазів - 3

Найбільші переміщення стола, мм

    поздовжнє (механічне / вручну) 800/800

    поперечне (механічне / вручну) 240/250

    вертикальне (механічне / вручну) 410/420

Мін. і мах. відстані від осі шпинделя до робочої поверхні стола, мм 30-450

Відстань від осі шпинделя до хобота, мм 155

Відстань від торця шпинделя поворотної головки до стола, мм 35-535

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Відстань від осі шпинделя поворотні. головки до напрямних станини, мм 260-280

Переміщення столу на одну поділку лімба (поздовжніх, Поперечних, Вертикальних), Мм 0,05

Переміщення столу на один оборот лімба, мм

поздовжнє і поперечне 6

вертикальне 2

Найбільша маса оброблюваної деталі, кг 250

Найбільше переміщення пінолі шпинделя, мм 80

Поворот головки в поперечній площині столу, град.

до станини 45

від станини 90

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт 7,5

Розмір верстата (довжина x ширина x висота), мм 2470x1950x1950

Маса верстата, кг 3300

Установ 1

1. ВЗЗ

2. Фрезерувати торець 1

Установ 2

1. ВЗЗ

2. Фрезерувати поверхню 2

Установ 3

1. ВЗЗ

2. Фрезерувати торець 3

Установ 4

1. ВЗЗ

2. Фрезерувати основу 4

Установ 5

1. ВЗЗ

2. Фрезерувати поверхню 5

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



робоча (при фрезеруванні) 20..315

прискорена 1200

Розмір верстата, включаючи хід столу і санчат (довжина ширина висота), мм  
2670 x 3305 x 2660

Вага верстата (без електрошафи і приладдя), кг 7300

Установ 1

1. ВЗЗ

2. Розточити отвір 1 D60<sup>+0,74</sup>

3. Розточити отвір 2

Установ 2

1. ВЗЗ

2. Фрезерувати поверхню 3

3. Розточити отвір 4 D55H9

4. Розточити фаску 5

Різальний інструмент :

Фреза концевая ГОСТ17025-71

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-I 200-0,1 ГОСТ166-89

Пробка ПР СТП3306-237-82 D55H9.

Пробка НЕ СТП3306-237-82 D55H9.

Мікрометр ричажний МРИ 250-0,002 ГОСТ 4381-68.

030 Радіально – свердлильна

Обладнання – верстат 2М55

Технічна характеристика:

Найбільший умовний діаметр свердління в сталі середньої твердості, мм 50

Виліт шпинделя, найбільший / найменший, мм 1600/375

Відстань від торця шпинделя до плити, найбільше / найменше, мм 1600/450

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість ступенів швидкостей шпинделя 21

Межі швидкостей шпинделя, об / хв 20-2000

Кількість ступенів механ. подач шпинделя 12

Межі подач шпинделя, мм / об 0,056-2,5

Найбільше вертикальне переміщення рукава по колоні, мм 680

Найбільше осьове переміщення шпинделя, мм 350

Найбільшу вагу інструмента, керований противагою при найбільшій допустимій затягуванні, кг 30

Кількість швидкостей обертання шпинделя 19

Найбільший крутний момент на шпинделі, кгс/см 7100

Межі чисел оборотів в хвилину 30 – 1700

Потужність електродвигуна приводу шпинделя, кВт 4,5

Потужність електродвигуна переміщення рукава, кВт 1,7

Габарити верстата, мм 2665 x 1020 x 3430

Вага верстата, кг 4700

Установ 1

1. ВЗЗ
2. Свердлити 10 отворів D=10
3. Зенкувати фаску 2
4. Нарізати різьбу 10 отв. M12-H7

Установ 2

1. ВЗЗ
2. Свердлити 6 отворів D=10
3. Зенкувати фаску 5
4. Нарізати різьбу 6 отв. M12-H7

Установ 3

1. ВЗЗ
2. Свердлити 4 отворів D=8
3. Зенкувати фаску 8

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Нарізати різьбу 4 отв. М10-Н7

Установ 4

1. ВЗЗ

2. Свердлити 6 отворів D=10

3. Зенкувати фаску 11

4. Нарізати різьбу 6 отв. М12-Н7

Установ 5

1. ВЗЗ

2. Свердлити 4 отворів D=8

3. Зенкувати фаску 14

4. Нарізати різьбу 4 отв. М10-Н7

Установ 6

1. ВЗЗ

2. Свердлити 4 отворів D=10

3. Цикувати отвір 17

4. Зенкувати фаску 18

5. Нарізати різьбу 4 отв. М12-Н7

Різальний інструмент :

Свердло спіральне d10 ГОСТ2092-77

Свердло спіральне d8 ГОСТ2092-77

Мітчик М12 ГОСТ 3266-81

Мітчик М8 ГОСТ 3266-81

Зенкер d32 ГОСТ 14953-80

Циковка d30 ГОСТ26258-87

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-I 100-0,1 ГОСТ166-89

Пробка 8221-3067 М12-7Н.

Пробка 8221-3067 М10-7Н.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

035 Слюсарна

Прибрати задирки після попередніх операцій

Різальний інструмент:

Напильник слюсарний

Надфіль слюсарний

040 Гідравлічні випробування

Провести гідравлічні випробування при тиску 4,5 МПа (45 кгс/см<sup>2</sup>) течі і потіння не дозволяється.

045 Контроль ВТК

Контролювати всі розміри.

Вимірювальний інструмент:

Пробка 8221-3067 М12-7Н.

Пробка 8221-3067 М10-7Н.

Пробка ПР СТП3306-237-82 D55Н9.

Пробка НЕ СТП3306-237-82 D55Н9.

Штангенциркуль ШЦ-I 200-0,1 ГОСТ166-89.

Маршрутні карти та карти ескізів знаходяться в додатку А

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахуємо кошторну вартість блоку гідроциліндрів.

За допомогою технологічного процесу визначемо кошторну вартість блоку гідроциліндра.

Собівартість продукції – це витрати підприємства на виготовлення та реалізацію товару вираженого в грошовій формі. Собівартість продукції включає в себе вартість сировини, матеріалів, палива та енергії, амортизацію основних фондів, заробітну плату працівників та інші витрати на виробництво необхідної продукції. Собівартість один з важливих якісних показників що характеризує всі сторони діяльності підприємства. Вона відбиває ефективність використання трудових і матеріальних ресурсів на випуск продукції.

Розраховуємо повну собівартість.

1. Витрати на вироби, що закупаються:

$$Z_{\text{пок}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{пок},i} \cdot N_{\text{пок},i} \cdot C_i,$$

де  $C_{\text{пок},i}$  – оптова ціна 1 кг ЛГМ, що закупаються;

$N_{\text{пок},i}$  – кількість виробів, що закупаються.

$C_i$  – оптова ціна і-ої одиниці матеріалу, грн/кг.;

Дані для розрахунку наведені в таблиці 1

$$Z_{\text{пок}} = 110 \cdot 1 \cdot 20 = 2200 \text{ грн}$$

Таблиця 3.1 - Матеріали

Деталь	Матеріал	Маса, кг	Кіл., шт	Ціна 1 кг матеріалу, грн.	Ціна 1 кг ЛГМ, грн.	Ціна ЛГМ грн.
Блок циліндрів	СЧ 15	20	1	30	110	2200

					6.05050205.28.БР.000.00ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата			

2. Транспортні – заготівельні витрати:

$$Z_{тр} = \frac{K_{тр} \cdot Z_{пок}}{100\%},$$

де  $K_{тр}$  – відсоток транспортно-заготівельних витрат, %.

Приймаємо  $K_{тр} = 4\%$ . Тоді:

$$Z_{тр} = \frac{4\% \cdot 2200}{100\%} = 88 \text{ грн}$$

3. Споживання електроенергії:

$$Z_e = (T_{штк} \cdot N_{вер}) \cdot C_{кВт},$$

де  $T_{штк}$  – норма штучно калькуляційного часу, хв;

$N_{вер}$  – потужність верстата;

$C_{кВт}$  – ціна одного кіловата електроенергії  $C_{кВт} = 1,90$  грн/кВт.

$$Z_e = \frac{40 \cdot 0,001 + 135 \cdot 7,5 + 180 \cdot 6,2 + 180 \cdot 4,5}{60} \cdot 1,90 = 93,05 \text{ грн}$$

4. Розрахунок заробітної платні працівників виробництва:

Таблиця 3.2 – Час роботи та розряд працівника

№ операції	Найменування операції	Норми часу		Розряд роботи	С <sub>г</sub> грн/год
		T <sub>пз</sub> хв	T <sub>шт</sub> хв		
015	Слюсарна	20	20	1	32,40
020	Горизонтально-фрезерна	30	105	2	39,6
025	Координатно-розточувальна	20	160	4	54
030	Радіально-свердлильна	50	130	3	46,8

5. Норма штучно калькуляційного часу на операції визначається за формулою:

$$T_{штк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n_d}, \text{ хв,}$$

де  $n_d$  – кількість деталей

$T_{шт}$  – норма часу на обробку деталі

$T_{пз}$  – норма часу на підготовчі та заключні роботи

$$T_{штк015} = 20 + \frac{20}{1} = 40, \text{ хв.}$$



$$T_{\text{штк}_{020}} = 30 + \frac{105}{1} = 135, \text{ хв.}$$

$$T_{\text{штк}_{025}} = 20 + \frac{160}{1} = 180, \text{ хв.}$$

$$T_{\text{штк}_{030}} = 50 + \frac{130}{1} = 180, \text{ хв.}$$

6. Заробітна платня визначається по формулі:

$$C_3 = (C_2 \cdot T_{\text{штк}}) \cdot K_{\text{cp}} \cdot K_{\text{np}},$$

де  $C_2$  – погодинна тарифна ставка першого розряду робочих відрядників з нормальними умовами праці.

$K_{\text{cp}}$  – тарифний коефіцієнт, що відповідає середньому розряду робіт.

Приймаємо  $K_{\text{cp}} = 1,33$

$T_{\text{штк}}$  – трудомісткість нового виробу, н.год.

$K_{\text{np}}$  – коефіцієнт, що враховує розмір премії. Приймається  $K_{\text{np}} = 1,4$ .

Тоді заробітна платня:

$$C_3 = \frac{40 \cdot 32,4 + 135 \cdot 39,6 + 180 \cdot 54 + (180 \cdot 46,8)}{60} \cdot 1,33 \cdot 1,4$$

$$= 769,19 \text{ грн}$$

7. Додаткова заробітна платня виробничих працівників, визначається у відсотках від основної заробітної платні. Відсоток додаткової заробітної платні складає 15% від основної заробітної платні виробничих працівників, тобто:

$$C_{\text{дод}} = \frac{15\% \cdot C_3}{100\%}$$

$$C_{\text{дод}} = \frac{15\% \cdot 769,19}{100\%} = 115,38 \text{ грн}$$

					6.05050205.28.БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8. Нарахування на заробітну платню нараховується у відсотках від суми основної та додаткової заробітної платні виробничих працівників та враховує відрахування на соціальне страхування в розмірі 22%:

$$C_n = (C_z + C_{дод}) \cdot 0,22,$$

$$C_n = 769,19 + 115,38 \cdot 0,22 = 194,61 \text{ грн}$$

9. Витрати на відшкодування зношення спеціальних пристосувань та інструментів визначається в розмірі 15% від основної заробітної платні:

$$C_{инст} = 0,15 \cdot C_z,$$

$$C_{инст} = 0,15 \cdot 769,19 = 115,38 \text{ грн}$$

10. Визначення накладних витрат:

а) витрати по утриманню та експлуатації обладнання:

$$C_{\text{еу}} = \frac{C_z \cdot K_{\text{еу}}}{100},$$

де  $K_{\text{еу}}$  – відсоток витрат по утриманню та експлуатації обладнання до основної заробітної платні. За розрахунками по аналогу  $K_{\text{еу}} = 45\%$ .

$$C_{\text{еу}} = \frac{769,19 \cdot 45\%}{100\%} = 346,14 \text{ грн}$$

б) цехові витрати визначаються у відсотках від основної заробітної платні виробничих працівників за формулою:

$$C_{\text{цв}} = \frac{C_z \cdot K_{\text{цв}}}{100},$$

де  $K_{\text{цв}}$  – відсоток цехових витрат до основної заробітної платні. Приймаємо  $K_{\text{цв}} = 45\%$ .

$$C_{\text{цв}} = \frac{769,19 \cdot 45\%}{100\%} = 346,14 \text{ грн}$$

в) загальновиробничі витрати визначаються у відсотках від основної заробітної платні виробничих працівників:

					6.05050205.28.БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{зв} = \frac{C_з \cdot K_{зв}}{100},$$

де  $K_{зв}$  – відсоток загальнозаводських витрат до основної заробітної платні. За відсутністю даних приймаємо  $K_{зв} = 40\%$ .

$$C_{зв} = \frac{769,19 \cdot 40\%}{100\%} = 307,68 \text{ грн}$$

11. Виробнича собівартість виробу, який проектуємо визначається як сума всіх розрахованих витрат за статтями калькуляції:

$$C_{вир} = З_{пок} + З_{тр} + C_e + C_з + C_{дод} + C_n + C_{інст} + C_{ву} + C_{цв} + C_{зв}$$

$$C_{вир} = 2200 + 88 + 93,05 + 769,19 + 115,38 + 194,61 + 115,38 + 346,14 + 346,14 + 307,68 = 4575,57 \text{ грн}$$

12. Позавиробничі витрати визначаються у відсотках від виробничої собівартості виробу, який проектуємо і складають 3%:

$$C_{нв} = 0,03 \cdot C_{вир},$$

$$C_{нв} = 0,03 \cdot 4575,57 = 137,26 \text{ грн}$$

13. Повна собівартість виробу:

$$C_{пов} = C_{вир} + C_{нв},$$

$$C_{пов} = 4575,57 + 137,27 = 4712,83 \text{ грн}$$

14. Визначення планових накопичень та договірної ціни проектуемого виробу:

а) планові накопичення визначаються з умов рентабельності виробництва до повної його собівартості за формулою:

$$\Pi = \frac{C_{пов} \cdot P}{100},$$

де  $P$  – рентабельність виробу, %. У нашому випадку 15%.

$$\Pi = \frac{4712,83 \cdot 15\%}{100\%} = 706,92$$

б) договірна оптова ціна дорівнює:

					6.05050205.28.БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{opt} = C_{нов} + П,$$

$$C_{opt} = 4712,83 + 706,92 = 5419,75 \text{ грн}$$

15. ПДВ визначаються у відсотках від договірної оптової ціни виробу, який проектуємо і складають 20%:

$$ПДВ = C_{opt} \cdot 020$$

$$ПДВ = 5419,75 \cdot 020 = 1083,95 \text{ грн}$$

16. Кошторисна вартість:

$$КВ = C_{opt} + ПДВ$$

$$КВ = 5419,75 + 1083,95 = 6503,7 \text{ грн}$$

Отримані розрахунки заносимо до таблиці 3

Таблиця 3.3 – Планова калькуляція собівартості

№ п/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Покупні вироби та напівфабрикати	2200
2.	Транспортно-заготівельні витрати	112
3.	Витрати на електроенергію	93,05
4.	Основна заробітна плата	769,19
5.	Додаткова заробітна плата	115,38
6.	Нарахування на заробітну плату	194,61
7.	Витрати на відшкодування зносу спеціальних пристосувань та інструменту	115,38
8.	Витрати по утриманню та експлуатації	346,14
9.	Цехові витрати	346,14
10.	Загальнозаводські витрати	307,68
11.	Виробнича собівартість	4575,57
12.	Позавиробничі витрати	137,26
13.	Повна собівартість	4712,83
14.	Планове накопичення	706,92
15.	Оптова ціна	5419,75
16.	ПДВ	1083,95
17.	Кошторисна вартість	6503,7

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Аналіз небезпеки ураження людини в існуючих електричних мережах.

Якщо людина одночасно доторкається до щонайменше двох точок, між якими існує деяка напруга, і при цьому утворюється замкнуте електричне коло, то через тіло людини проходить електричний струм. Величина цього струму, а відтак і небезпека ураження людини, залежить від низки чинників: схеми під'єднання людини до електричного кола, напруги мережі, схеми самої мережі, режиму її нейтралі, якості ізоляції струмовідних частин від землі, ємності струмовідних частин відносно землі та ін.

За значенням номінальної напруги електромережі поділяються на:

- мережі з напругою понад 1000 В;

- мережі з напругою до 1000 В;

- мережі малої напруги (не вище 42В змінного та 110В постійного струму). За видом струму електромережі поділяються на мережі постійного і змінного струму (одно - та багатофазні). Найчастіше в промисловості застосовуються трифазні мережі з ізольованою нейтраллю (трьохпровідні) та з глухо-заземленою нейтраллю (чотирьохпровідні).

Глухозаземлена нейтраль - нейтраль генератора чи трансформатора, яка приєднана до заземлювального пристрою безпосередньо або через апарати з малим опором.

Ізольована нейтраль - це нейтраль трансформатора чи генератора, яка не приєднана до заземлювального пристрою або приєднана до нього через апарати з великим опором (трансформатори напруги, компенсаційні котушки тощо).

Найбільш характерними є дві схеми під'єднання людини до електричного кола: між двома фазами електричної мережі (двофазне доторкання) та між однією фазою та землею (однофазне доторкання).

Дуже небезпечні, але зустрічаються рідко, наступні схеми включення людини в електромережу:

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Двофазне включення: петля "голова-руки". При цьому електричний струм проходить через життєвоважливі органи людини: головний мозок, серце і легені;

2. Однофазне включення з глухозаземленою нейтраллю: петля "голова-ноги". У цьому випадку електричний струм проходить через все тіло людини, вражаючи життєвоважливі органи.

Менш небезпечні схеми включення, але зустрічаються частіше, наступні:

1. Однофазне включення: петля "рука-ноги". Статистично до 87% від усіх електротравм;

2. Двофазне включення: петля "рука-рука". Електричний струм проходить через грудну клітку людини. Уражаються серце і легені;

3. При контакті електричного провідника із землею, при пробі ізоляції на землю в електричній установці, а також у місця хроста шунтування заземлення або грозозахисного пристрою, поверхня землі може опинитися під електричною напругою. Виникає, так зване, кроківна пруга для двох точок, розташованих на різних відстанях від місця дотику провідника і землі. Виникає петля "нога - нога".

#### 4.2 Двофазне (двополюсне) доторкання

На (рис.4.1) наведено одночасний дотик людини до двох полюсів електричного кола постійного струму або однофазного кола і дотик до двох фаз трифазного електричного кола.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

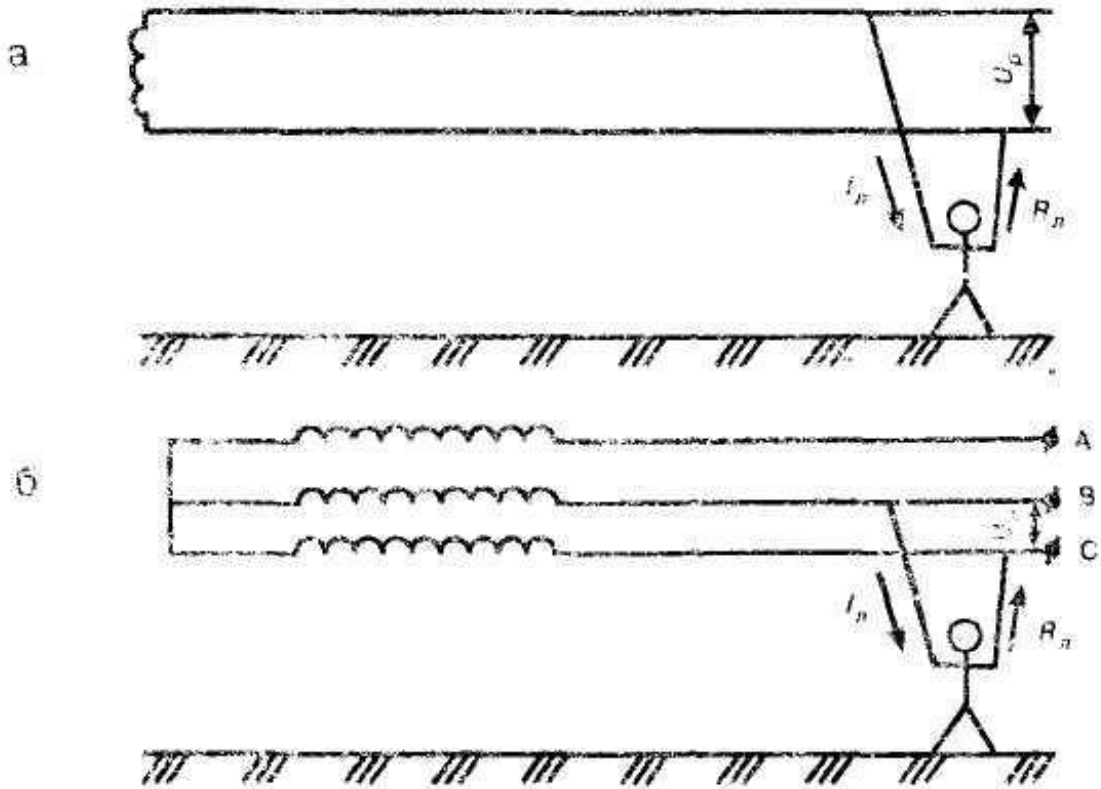


Рисунок 4.1 - Двофазний (двополюсний) дотик до струмопровідних частин:

а) а мережі постійного струму або однофазного кола;

б) у трифазній мережі

При цьому людина опиняється під робочою напругою мережі і струм, що проходить крізь неї, обчислюється, А:

В мережі постійного струму або однофазному електричному колі:

$$I_{л} = \frac{U_{р}}{R_{л}},$$

де  $U_{р}$ -робоча напруга мережі, В; $R_{л}$ -опір людини; у трифазному електричному колі:

$$I_{л} = \frac{U_{лн}}{R_{лн}} = \frac{\sqrt{3}U_{\phi}}{R_{л}},$$

де  $U_{лн}$ -лінійна напруга, В; $U_{\phi}$ -фазна напруга, В.

Для більшої наглядності визначимо силу струму, що може пройти через тіло людини при двофазному доторканні до струмопровідних частин у

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ

трифазній мережі з лінійною напругою  $U_{ЛЛН} = 380 \text{ В}$ :

$$I_{л} = \frac{U_{лн}}{R_{л}} = \frac{380}{1000} = 0,38 \text{ А} \text{ (380 мА)}.$$

Таким чином, при двофазному доторканні через тіло людини може пройти струм, який перевищує значення порогового фібриляційного струму, що може призвести до смертельного ураження.

### 4.3 Однофазне (однополюсне) доторкання

При однофазному доторканні в мережі з глухозаземленою нейтраллю через тіло людини проходить менший струм, оскільки напруга, під якою опинилась людина, не перевищує фазної, що у 3 разів є меншою, ніж лінійна напруга мережі. Окрім того, загальний опір електричного кола може складатися не лише з опору тіла людини  $R_{л}$  та опору заземлення нейтралі  $R_0$ , а й з опору підлоги (основи)  $R_{п}$ , на якій стоїть людина, та опору її взуття  $R_{в}$ . У загальному випадку  $I_{л}$  визначається за формулою:

$$I_{л} = U_{ф} / (R_{л} + R_0 + R_{п} + R_{в})$$

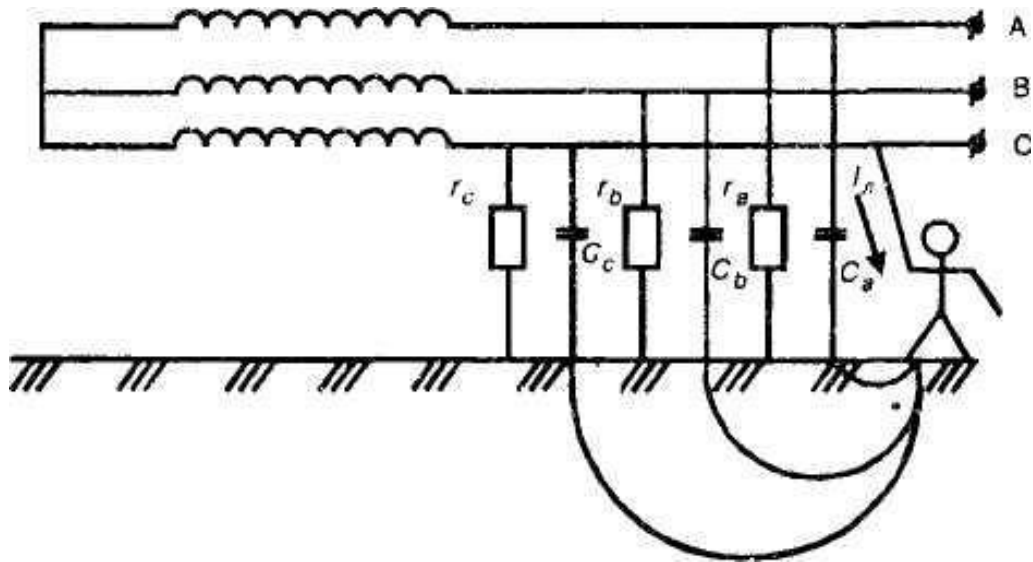
Розглянемо випадок, коли людина доторкається до однієї з фаз трифазної мережі напругою 380В із глухозаземленою нейтраллю (приймаємо  $R_0 = 0$ ), однак стоїть на неструмопровідній дерев'яній підлозі, що має пір  $R_{п} = 60\,000 \text{ Ом}$  у сухому взутті на гумовій підшві ( $R_{в} = 50\,000 \text{ Ом}$ ), тоді струм, що може пройти через тіло людини, буде дорівнювати

$$I_{л} = 220 / (1000 + 0 + 60000 + 50000) = 0,002 \text{ А} \text{ (2 мА)}$$

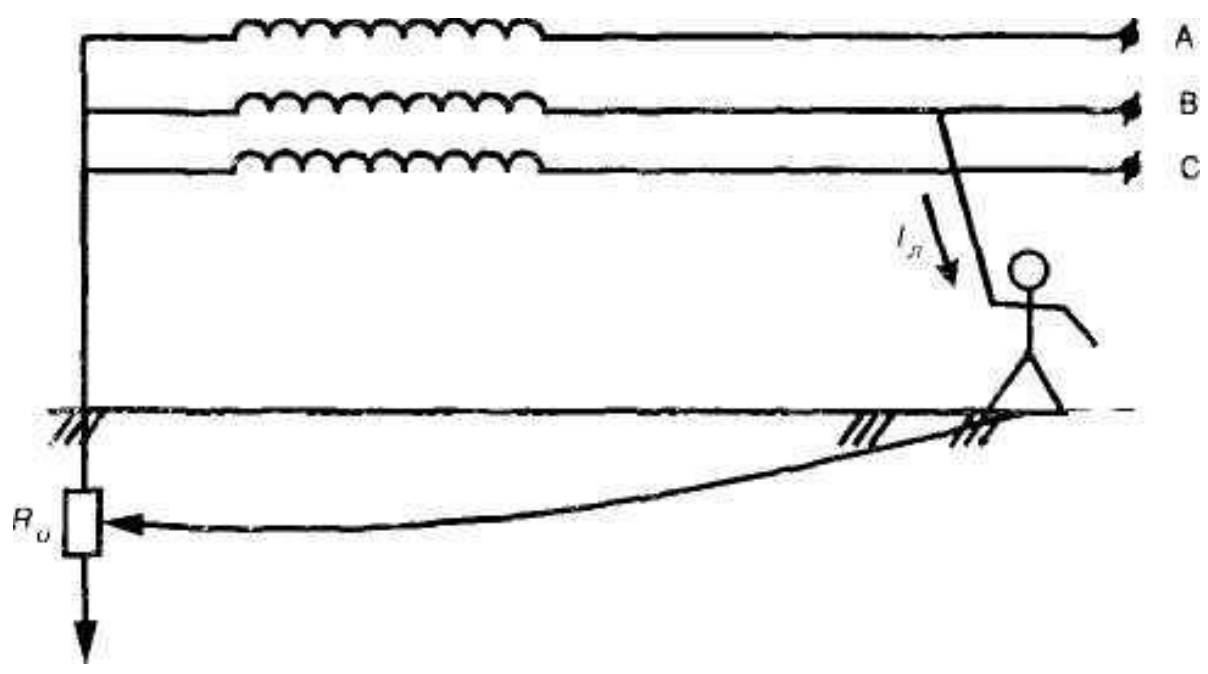
Струм такої сили абсолютно безпечний для життя людини, оскільки він менший за пороговий невідпускаючий струм.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





а



б

Рисунок 4.2 - Схема однофазного доторкання при нормальному режимі роботи електромережі: а - у трифазній мережі з глухозаземленою нейтраллю; б - у трифазній мережі з ізолюваною нейтраллю

Якщо ж людина стоїть на землі чи струмопровідній підлозі ( $R_{п} = 0$ ) у промоклом увзутті ( $R_{в} = 0$ ), то  $I_{д}$  становить

$$I_{д} = 220 / (1000 + 0 + 0 + 0) = 0,22A \text{ (220mA)}$$

Таке значення сили струму є смертельно небезпечним для людини.

При однофазному доторканні у трифазній мережі з ізолюваною нейтраллю

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ				

струм, що пройде через тіло людини, буде меншим, ніж при аналогічному доторканні у мережі з глухозаземленою нейтраллю. Це пов'язано з тим, що до загального опору електричного кола ще додається опір ізоляції ( $r_a, r_b, r_c$ ) та ємності ( $c_a, c_b, c_c$ ) фаз. У такій мережі напругою до 1000 В, коли значення опору ізоляції всіх трьох фаз рівні, а ємнісним опором можна знехтувати, струм, що проходить через людину, дорівнює

$$I_{л} = U_{\phi} / [(R_{л} + R_0 + R_{п} + R_{в}) + r/3] = 3U_{\phi} / [3(R_{л} + R_0 + R_{п} + R_{в}) + r]$$

При

$$R_0 = R_{п} = R_{в} = 0 \quad I_{л} = U_{\phi} / (3R_{л} + r)$$

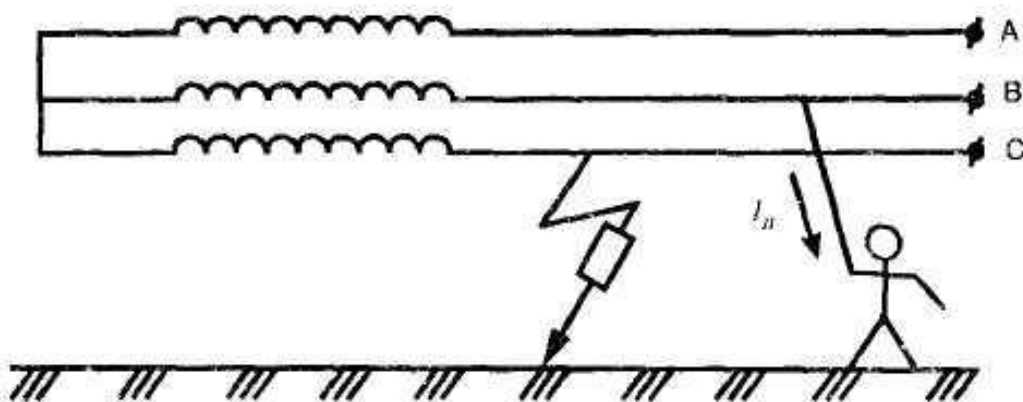


Рисунок 4.3 - Схема однофазного доторкання до справної фази несправної електромережі, у якій одна фаза замикається на землю.

Необхідно зауважити, що вище наведені міркування стосуються нормальної роботи електромережі. При аварійних режимах електромережі (замиканні фази на корпус або на землю) умови змінюються. Наприклад, якщо одна з фаз замикається на землю (рис. 3.16), то струм, який пройде через тіло людини у випадку її доторкання до справної фази, можна виразити такою залежністю:

$$I_{л} = U_{ліній} / (R_{л} + R_{к})$$

Як правило, опір короткого замикання  $R_{к}$  досить малий і ним можна знехтувати.

										6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Тоді:

$$I_{л} = U_{лін}/R_{л}$$

Таким чином, проаналізувавши умови ураження людини струмом можна зробити наступні висновки:

- найменш небезпечним є однофазне доторкання до проводу (фази) справної мережі з ізольованою нейтраллю;
- при замиканні однієї з фаз на землю (несправна мережа) небезпека однофазного доторкання до справної фази у такій мережі більша, ніж у справній мережі при будь-якому режимі нейтралі;
- при однофазному доторканні у мережі з глухозаземленою нейтраллю наслідки ураження істотно залежать від опору основи (підлоги), на якій стоїть людина та опору її взуття;
- найнебезпечнішим є двофазне доторкання за будь-яких режимів нейтралі;
- у мережах напругою понад 1000 В небезпека однофазного чи двофазного доторкання практично однакова; при цьому є висока імовірність смертельного ураження.

#### 4.4 Дія напруги кроку на людину.

При замиканні струмоведучих частин безпосередньо на землю чи на корпуси електрообладнання, що мають зв'язок із землею і струмопровідні основи", електричний струм розтікається від місця замикання рівномірно по всіх напрямках напів сфери об'єму землі. По мірі віддалення від місця розтікання густина струму землі зменшується, оскільки збільшується об'єм землі, по якому проходить струм. На відстані від місця замкнення 20 м і більше густина струму стає настільки малою, що практично приймається рівною 0. Такий саме характер має і розподіл потенціалів навкруг місця замикання на землю (рис 4.4).

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

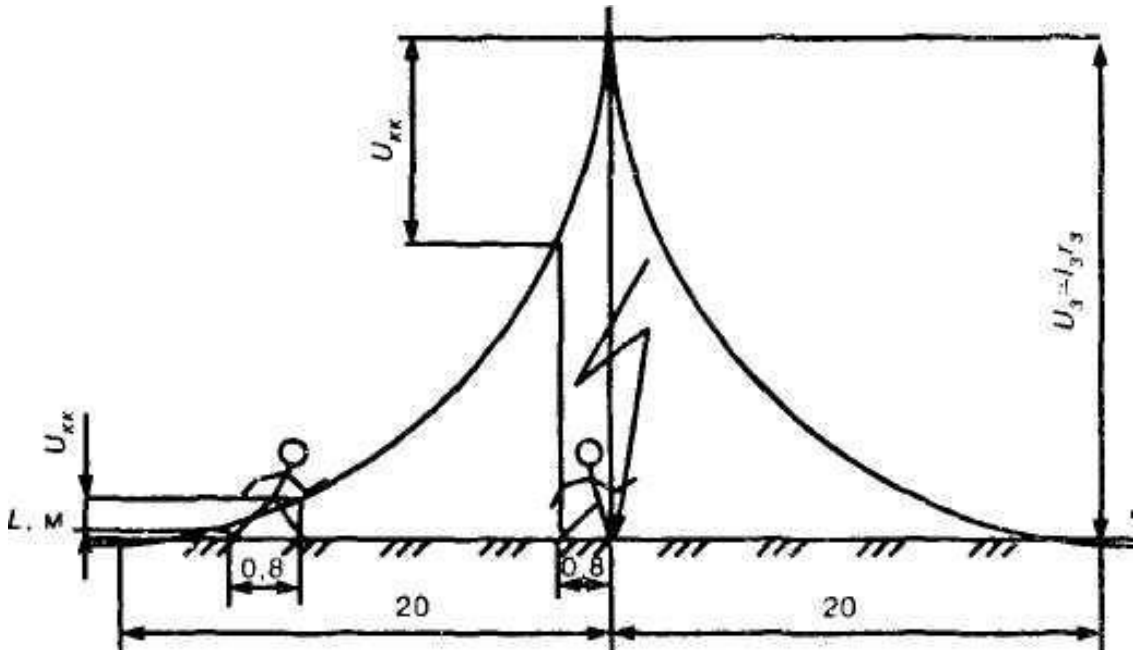


Рисунок 4.4 - Розподіл потенціалу на поверхні землі в зоні розтікання струму півсферичного заземлювача

Людина, що стоїть ногами (у взутті, що проводить струм) в зоні розтікання струму на точках з різними потенціалами, знаходиться під впливом різниці потенціалів або, інакше кажучи, під впливом напруги кроку опиняється включеною в електричне коло, внаслідок чого через тіло людини проходить струм напрямком нога - нога.

Крокова напруга - це різниця потенціалів між двома точками в зоні розтікання струму, що знаходяться на відстані кроку, яка дорівнює 0,8 м.

Незважаючи на те, що шлях струму нога-нога відноситься до порівняно небезпечних, існує реальна загроза життю людини. Вона полягає в тому, що людина, яка перебуває під кроковою напругою, падає через судоми ніг і це призводить не тільки до збільшення діючої на неї напруги, але й до появи струму, що проходить по одному із самих небезпечних шляхів: рука-нога. Величина крокової напруги залежить від ширини кроку і відстані до місця замкнення на землю.

При виявленні замикань на землю забороняється наближатися до них на відстань менше 4,0 м в закритих приміщеннях і ближче 3,0 м на відкритій місцевості. Наближення на меншу відстань припускається тільки з метою

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

виконання робіт по усуненню замикання на землю та при необхідності надання допомоги потерпілим. В цих випадках слід користуватися електрозахисними засобами (діелектричними калошами, ботами, рукавицями та ін.),

У разі необхідності виходу із небезпечної зони або входу до неї для надання допомоги слід віддалятися від місця замикання чи наближатися до нього стрибками на одній нозі, або на двох, або мілкими кроками, що не перебільшують довжину ступні. Це зменшує потенціалкрокової напруги практично до 0.

#### 4.5 Характер впливу струмів на людину

Основним фактором, що обумовлює результат ураження струмом, є величина струму, що проходить через тіло людини. За технікою безпеки електричний струм класифікується наступним чином:

- безпечним вважається струм, тривалий шлях якого через організм людини не заподіює йому шкоди і не викликає ніяких відчуттів, його величина не більше 50 мкА (змінний струм 50 Гц) і 100 мкА постійного струму;

- мінімально відчутний людиною змінний струм складає близько 0,6-1,5 мА (змінний струм 50 Гц) і 5-7 мА постійного струму;

- пороговим неминучий називається мінімальний струм такої сили, при якій людина вже нездатна зусиллям волі відірвати руки від струмоведучих частин. Для змінного струму це - 10-15 мА, для постійного - 50-80 мА;

- фібриляційним порогом називається сила струму близько 100 мА (50 Гц) і 300 мА постійного струму, вплив якого довше 0,5 секунд з великою ймовірністю викликає фібриляцію серцевих м'язів. Цей поріг одночасно вважається умовно смертельним для людини.

Постійний струм є менш небезпечним, ніж змінний. Практично безпечним для людини в сирих приміщеннях можна вважати напругу до 12В,

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1	2	3
25-50	Дуже сильний біль в руках і грудях. Дихання дуже ускладнено. При тривалій дії може наступити параліч дихання або ослаблення серцевої діяльності з втратою свідомості.	Сильний нагрів, болі і судоми в руках. При відриві рук від електродів виникають сильні болі.
50 –80	Дихання паралізується, через декілька секунд порушується робота серця. При тривалій дії може наступити фібриляція серця.	Дуже сильний поверхневий і внутрішній нагрів. Сильні болі в руці і в області грудей. Руки неможливо відірвати від електродів через сильні болі при відриві.
90–100	Фібриляція серця через 2-3 с, ще через декілька секунд –параліч дихання.	Та ж дія, виражена сильніше. При тривалій дії –параліч дихання.
300	Та ж дія за менший час	Фібриляція серця через 2-3с; ще через декілька секунд –параліч дихання.

Електричний опір різних тканин тіла людини неоднакова: шкіра, кістки, жирова тканина, сухожилля і хрящі мають відносно великий опір, а м'язова тканина, кров, лімфа і особливо спинний і головний мозок - малий опір. Наприклад, питомий об'ємний опір сухої шкіри становить  $3 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , а крові  $1 - 2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  при частоті струму 50 Гц.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ					

Також Залежно від матеріалу підошви, від того волога вона чи суха, опір взуття буде різним. Важливу роль відіграє і матеріал підошви (опорної поверхні):

- Волога шкіряна підошва має опір 500 Ом, суха - 100 кОм;
- Волога гумова підошва - 1,5 кОм, суха гумова підошва - 500 кОм;
- Металева підлога - від 0 (сухий) до 10 Ом (вологий);
- Земля суха - 20 кОм, волога - 800 Ом;
- Бетон сухий - 2 МОм, вологий бетон - 900 Ом;
- Лінолеум сухий - 1,5 МОм, лінолеум вологий - 50 кОм;
- Камінь сухий - 8,5 кОм, камінь вологий - 5 кОм;
- Сніг або лід - від 300 Ом до 2 МОм;
- Пісок сухий - 8 кОм, пісок вологий - 1,6 кОм;
- Чорнозем сухий - 160 Ом, вологий чорнозем - 50 Ом.

Як видно, опору підлоги і взуття грають важливу роль, і часто у багато разів перевершують опір тіла людини, особливо в сухому стані, що може часом врятувати життя.

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вильнер Я. М., Ковалев Я. Т., Некрасов Б. Б. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидропередаткам. Под ред. Б. Б. Некрасова. Минск, «Высш. школа», 1976. 416 с.
2. Чиняев И. А. Поршневые насосы в теплоэнергетике. М., «Энергия», 1977. 80с.
3. Яременко В. О. Испытания насосов. Справочное пособие М., «Машиностроение», 1976. 225 с
4. Обработка материала на станках и автоматических линиях, О. Н. Несвіт, Сум ДУ, Сумы, 2005. – 45 с.
5. Методические указания к выполнению экономического раздела дипломного проекта: для студ. спец. 7.0.90.209 "Гидравлические машины, гидропривод и гидропневмоавтоматика" / А. Г. Дегтяренко, А. Ю. Жулавский. – Сумы : СумГУ, 1997. – 50 с.
6. Денисенко Г. Ф. Охрана труда: учеб. пос. / Г. Ф. Денисенко .-М.: Высшая шк., 1985.-319с.
7. <https://studopedia.org/7-141624.html>
8. <http://buklib.net/books/31419/>
9. [http://www.dut.edu.ua/uploads/1\\_1333\\_96708726.pdf](http://www.dut.edu.ua/uploads/1_1333_96708726.pdf)

					6.05050205.28.БР.000.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		