

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Рівень вищої освіти – перший «бакалаврський» рівень

на тему: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
на тему: «**Енергоефективна система водопостачання виробничих приміщень з використанням комбінованої електричної схеми приводу водозабору**»

Виконав: студент групи Ен-41
Спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва)

Сербан Святослав Романович
(підпис) (прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник к.т.н. в.о.доцента Михалюк М.А.
(підпис)(наук. ступінь, вч.звання, прізвище, ініціали)

Рецензент:
д.т.н. професор Тригуба А.М.
(підпис) (наук. ступінь, вч.звання, прізвище, ініціали)

Дубляни 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Сиротюк С.В.

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Сербану Святославу Романовичу

1. Тема роботи: “ Енергоефективна система водопостачання виробничих приміщень з удосконаленням електричної схеми живлення приводу водозабору”

Керівник роботи: к.т.н. в.о. доцента Михалюк М.А.

Затверджена наказом по університету від 30.12.2023 року №453 /К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи: 30.05.23 року

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування об'єкту водопостачання, нормативи з використання води промисловими підприємствами; патентний пошук та літературні джерела, які стосуються удосконалення пристроїв контролю роботи систем водопостачання; визначення економічної ефективності удосконалення використання технічних засобів для контролю роботи системи водопостачання.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Загальна характеристика об'єкту водопостачання, обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.

2. Характеристика системи водопостачання об'єкта та схем керування, що входять до її складу.

3. Вибір, складу та удосконалення схеми керування об'єктом енергопостачання.

4. Охорона праці та захист населення.

5. Розрахунок економічного ефекту від використання технічних засобів для контролю роботи системи водопостачання.

Висновки і пропозиції;

Бібліографічний список.

5. Ілюстративний матеріал: Подати у формі презентації;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
4	<i>Городецький І.М., доцент кафедри Управління проектами та безпеки виробництва</i>	<i>30.12.22</i>		

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про вико- нання
1	<i>Написання першого розділу</i>	<i>17.01.23- 01.02.23</i>	
2	<i>Виконання другого розділу</i>	<i>02.02.23.- 25.02.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу та розробка листів конструктивної частини</i>	<i>26.02.23.- 20.03.23.</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>21.03.23.- 24.04.23</i>	
5.	<i>Розрахунок економічної ефективності запропонованого удосконалення та розробка листа «Економічна ефективність»</i>	<i>25.05.23-15.05.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково- пояснювальної записки та аркушів презентаційної частини</i>	<i>16.05.23-30.05.23</i>	

Студент _____ Сербан Святослав
(підпис)Керівник роботи _____ М. Михалюк
(підпис)

УДК 628.112.2

Енергоефективна система водопостачання виробничих приміщень з використанням комбінованої електричної схеми приводу водозабору. Сербан Святослав Романович. Кваліфікаційна робота. Кафедра енергетики. Дубляни, ЛНУП 2023р. 56ст. текстової частини, рис.15, таблиць 12., 26 джерел.

Дана характеристика системи водопостачання та водозабору, обсяги споживання енергоносіїв. Розглянуто існуючі системи водозабору промислових підприємств, принцип роботи і технічний огляд, підібрана оптимальна схема водозабору.

Розраховано основні параметри системи водозабору та здійснено вибір обладнання.

Розроблено питання охорони праці та екологічної безпеки виробництва.

Впровадження проекту в виробництво матиме строк окупності 6.62 року.

Зміст	стор.
Вступ	
1 загальна характеристика об'єкту.....	7
1.1 Характеристика енергозабезпечення виробничого приміщення	7
1.2 Характеристика системи водопостачання	8
1.3 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи	9
2 Проектування системи водопостачання	10
2.1 Джерела водопостачання	10
2.2 Розрахунок витрати води у системі водопостачання	12
2.3. Розрахунок водопровідної мережі	13
3 Гідравлічний розрахунок системи водопостачання	18
3.1 Розрахунок діаметрів трубопроводів.	18
3.2 Розрахунок втрат напору в основній магістралі.	19
3.3 Розрахунок відгалужень.	20
3.4 Побудова п'єзометричного графіка.	24
3.5 Вибір насоса.	24
3.6 Розрахунок всмоктуючої ділянки трубопроводу.	25
3.7 Гідродинамічний розрахунок короткого трубопроводу	26
3.8 Розрахунок сумарних втрат. Визначення типу трубопроводу	31
3.9 Розрахунок насосної установки	31
3.10 Розрахунок насосної станції першого підйому	34
3.11 Розрахунок насосної станції другого підйому	35

3.12 Вибір схеми включення насосів	39
4. Охорона праці	44
4.1. Стан охорони праці на підприємстві	44
4.2. захист цивільного населення	48
5. Розрахунок економічної ефективності обладнання	50
Висновки та пропозиції	
Бібліографічний список	

ВСТУП

Система водопостачання являє собою складний комплекс інженерного обладнання, будівель та споруд. Сучасне виробництво та міське комунальне господарство ставлять високі вимоги до систем водозабору, транспортування, очищення та зберігання води.

Одним з основних елементів в проектуванні, будівництві й експлуатації водопровідних споруд є застосування нових методів гідравлічного розрахунку систем, використання новітніх конструкцій і сучасної технології ведення монтажних робіт, впровадження систем автоматичного проектування та керування для забезпечення оптимального режимів роботи систем водопостачання і водночас економії питної води.

Завданням розрахунку водогінної мережі є вибір оптимального комплексу споруд (насосних станцій, водопроводів, систем енергоживлення та інше) і технічного рішення, при якому забезпечувалася б подача необхідної кількості води споживачам при визначених показниках тиску в місцях розбору, з найменшою витратою на будівництво, на експлуатацію. Актуальним є питання раціонального використання води та усунення витікання, що призводять до втрати великих об'ємів питної води і, як наслідок, коштів. Це перешкоджає подальшому покращенню постачання населення водою, загальмовує вирішення проблем у галузі охорони навколишнього середовища.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

1.1 Характеристика енергозабезпечення виробничих приміщень

Електропостачання виробничих приміщень здійснюється від лінії електропередач (ЛЕП) міських мереж з підстанції закритого типу ТМ – 630 кВА. 10/0,4 В. Технологічна схема електровикористання вказана на рис 1.1.

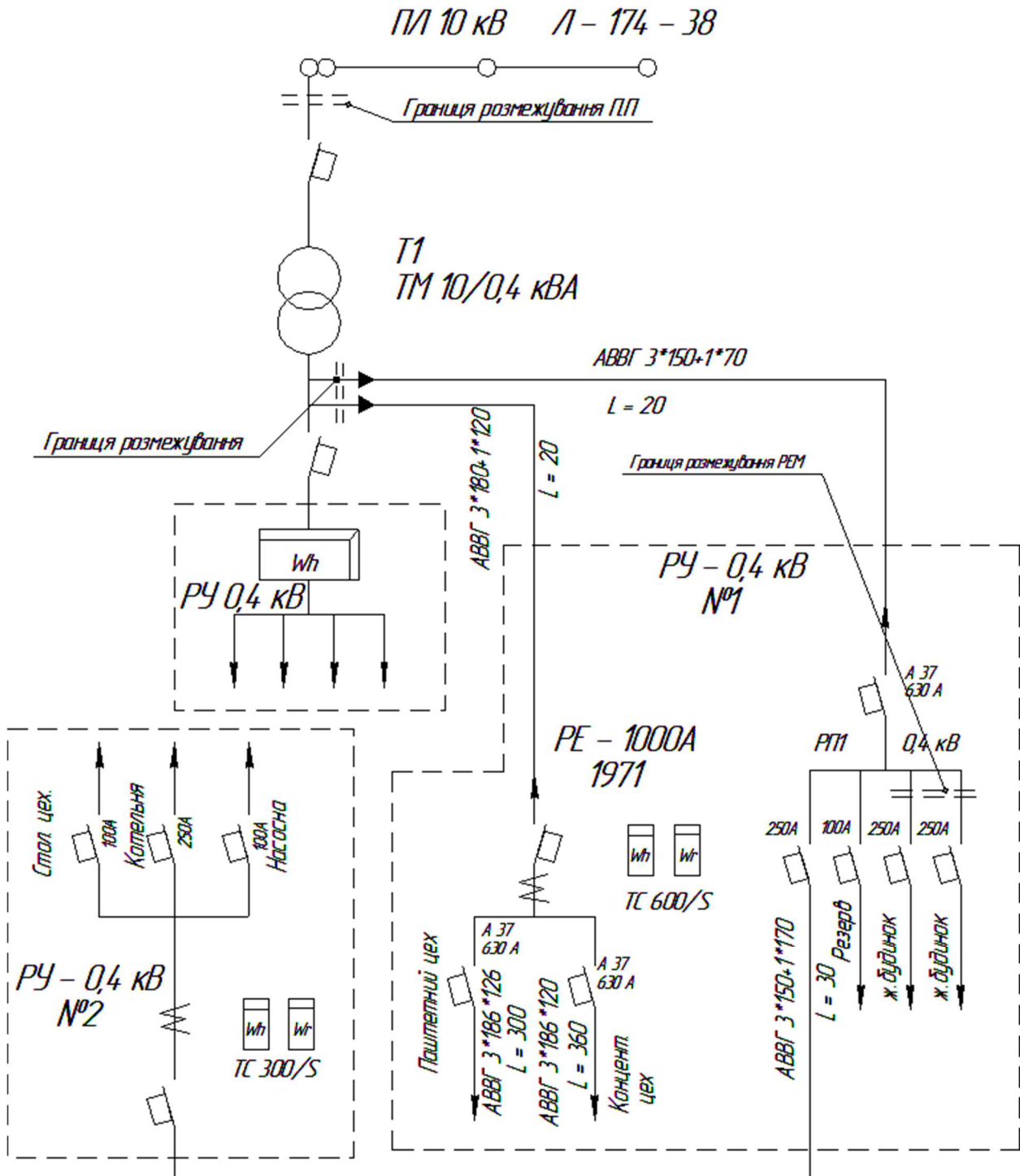


Рис. 1.1 - Однолінійна схема живлення виробничих приміщень від ЗТП – 250.

Таблиця 1.2 - Технічна характеристика трансформатора класу напруги 10 кВ, які відповідають вимогам ДСТУ 12322-06

Тип	ук, %	Втрати, кВт		Маса, т		Габарити, мм		
		Рх	Рк	повна	оливи	Н	L	В
ТМ-630	4,5	0,880	4,150	1,525	0,430	1760	1310	1050

Теплопостачання здійснюється з котельні де встановлено два котли типу ДКВР – 2,5/13. Один котел робочий, а другий резервний. Для того, щоб забезпечити виробництво без довготривалих затримок.

Котельня працює на паливі – природний газ. Газ середнього тиску понижується в ГРП до низького тиску (2 – 3 кг.), низький до 500 мм. після ГРП газ поступає на котли. Для опалювання і побутових потреб використовується середній тиск, який понижується редуктором в системі ГРП до 200 – 230 мм і поступає в міні котельню розміщеної в адміністративному корпусі заводу. Теплотворна здатність газу 8000 – 8300 Ккл. Дана котельня не є економічною у зв'язку з тим, що нового обладнання не закупували досить великий період часу. Котел споживає велику кількість природного газу, що не є на даний момент економічно вигідно, у зв'язку з економічною кризою і з конфліктом з росією, яка була головним постачальником блакитного палива в Україну. Для живлення котлів використовується вода із двох артезіанських свердловин загальною потужністю 13м.куб/год. (в тому числі і для задоволення технологічних потреб). Вода проходить хімічну очистку. Після хімічної очистки подається на деаератор де проходить виділення з води кисню та вуглекислого газу.

1.2 Характеристика системи водопостачання

Водопостачання здійснюється з двох артезіанських свердловин глибиною 42м і загальною потужністю 36 м³/ год . Із цих свердловин вода подається в баки

накопичення води. Загальний об'єм 12 м³ встановлені на висоті 14 м. З яких вода розповсюджується по технологічних цілях. Для технологічних потреб використовують централізовану систему гарячого водопостачання. Централізованою системою називається системи гарячого водопостачання, в яких гаряча вода подається з одного центру (тепловий вузол, районна котельня, бойлерна,). Використовуючи систему трубопроводів гарячу воду подають в приміщення до водорозбірних точок. Підприємство обладнане централізованою системою гарячого водопостачання з безпосередньою подачею води із зовнішньої теплової мережі.

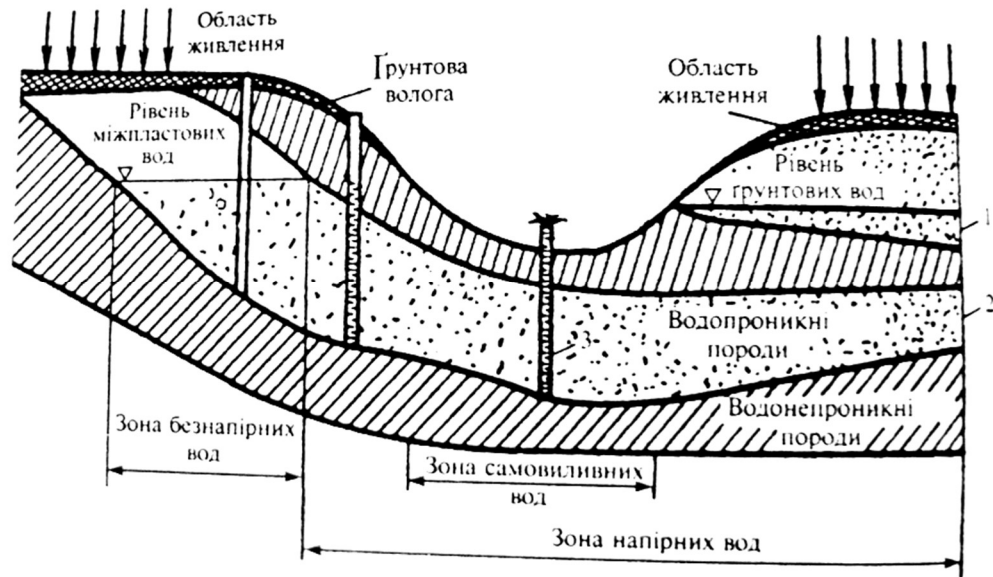
1.3 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи

Результати аналізу процесу водопостачання підприємства та забезпечення виробничого процесу і працівників комфортними санітарно-гігієнічними умовами, дають можливість зробити висновок про те, що значна часина грошових коштів затрачається на розрахунок за спожиту воду, яка ще й подається з перебоями. Запропонована система локального водопостачання, яка дасть можливість забезпечити виробничі процеси та виробничі приміщення водою. Така система дасть можливість зменшити собівартість води для виробничих та санітарно-гігієнічних потреб. Вибрана нами тема кваліфікаційної роботи має таке формулювання: " Енергоефективна система водопостачання виробничих приміщень з використанням комбінованої електричної схеми приводу водозабору ".

2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

2.1 Джерела водопостачання

Вода дуже потрібна для життя. Де ми є, там має бути вода. Вона допомагає нам жити, здоровими і зручно. На Землі багато води, але не всю воду можна пити. Тому треба шукати добру воду для людей і роботи. Коли ми будуємо систему водопостачання, то треба добре обрати джерело води. Від цього залежить, яка буде система, скільки коштуватиме і як працюватиме. Водопостачання - це коли ми даємо воду різним людям і місцям, де її потрібно. Джерело водопостачання має бути таким: а) щоб з нього можна було брати стільки води, скільки треба; б) щоб вода не закінчувалася; в) щоб вода була чистою або легко очищалася; г) щоб не було дорого довозити воду; д) щоб не зламати природу, коли беремо воду. Всі природні джерела води можна поділити на два види: а) поверхневі джерела – це річки, озера, ставки; б) підземні джерела - це колодязі і свердловини. Коли ми обираємо річку для водопостачання, то треба дивитися, щоб у ній завжди була достатньо води. Річкова вода може бути брудною, темною і з бактеріями. Але вона зазвичай м'яка і не солоня. Озерна вода може бути чистою і прозорою. Якість води річок і озер залежить від того, скільки йде дощу або тане снігу, і чи не скидають у них сміття або стоки з міст і заводів. Підземна вода зазвичай чиста і прозора. Якщо її не можна досягти з поверхні, то вона безпечна від забруднення. Підземна вода може бути трьох видів: верховодка, ґрунтова і міжпластова. Верховодка - це коли дощ або сніг просочуються у ґрунт на маленьку глибину. Ґрунтова вода - це коли дощ або сніг просочуються у глибокий шар ґрунту, який пропускає воду. Ґрунтова вода може легко змінюватися за кількістю і якістю. Якщо ґрунтова вода недалеко від поверхні, то її можна забруднити. Міжпластова вода - це коли дощ або сніг просочуються у шар ґрунту, який лежить між двома шарами ґрунту, які не пропускають воду. Міжпластова вода часто під тиском (артезіанська), тому коли ми робимо свердловину, то вода сама плине нагору (Мал.1.1). Краще обирати міжпластову воду, яка захищена від забруднення; можна також користуватися ґрунтовою водою.



Малюнок. 1.1 - Схема залягання підземних вод

1 – ґрунтові води; 2 – міжпластові води; 3 – артезіанська свердловина.

Використання верховодки як нестабільного і незахищеного від забруднень джерела недоцільно. Розміщення водозабірних споруд, їх пристрій, зміст, а також якість джерел регламентована вимогами санітарних правил по пристрою і змісту колодязів і каптажів джерел, використовуваних для децентралізованого господарсько-питного водопостачання.

Ті ж якості часто мають і джерельні води. Разом з позитивними якостями підземні води часто бувають сильно мінералізовані. Залежно від типу та складу розчинених в них солей вони можуть так або інакше негативно впливати на властивості води (підвищена жорсткість, наявність неприємного присмаку, зміст речовин, що шкідливо впливають на організм людини).

Порівняльні показники якості води з природних джерел (беручи до уваги основні вимоги до якості води), можна зробити висновок, що для водопостачання населення найбільш підходящим джерелом є підземні (особливо артезіанські і джерельні) води, за умови, що вони не є сильно мінералізовані.

Остаточний вибір джерела водопостачання проводиться в залежності від якості води і від його потужності, віддаленості від об'єкту водоспоживання, вартості подачі і очищення води.

2.2 Розрахунок витрати води у системі водопостачання

Основним завданням під час проектування систем водопостачання є визначення кількості споживаної води та режими її використання. Норма водоспоживання q , л/добу, - це середня кількість води, яка використовується одним споживачем на добу або витрачається на одиницю виготовленої продукції. Відповідно до будівельних норм і правил, норми споживання (залежно від рівня благоустрою) складає 125...250 л/добу на одну людину. Режим водопостачання визначає розрахункові втрати, напори і нерівномірність споживання води з системи.

Нерівномірність добових витрат води залежить від погодних умов, режиму роботи підприємства, черговістю робочих та вихідних днів, проведення різного роду масових заходів та іншими непередбачуваними явищами.

Нерівномірним водоспоживанням і протягом доби, залежать від розкладу роботи підприємства та іншими випадковими явищами. У розрахунку годинного водоспоживання коливання середині кожної години не враховуються.

Для забезпечення безперебійного водопостачання споживачів системи водопостачання розраховують на максимальні витрати води, що виникають при максимальній добовій витраті $Q_{\text{доб max}}$. Для забезпечення резервної надійності системи, при проектуванні закладається 15-20 річна перспектива збільшення водоспоживання.

При розрахунку витрати води перш за все слід встановити кількість та тип водоспоживачів. Далі розраховується середньодобова витрата води для кожного типу споживача, при цьому кількість споживачів n множать на значення норми споживання. Сума середньодобових витрат окремих споживачів дає значення середньодобової витрати води проектного об'єкта водопостачання.

$$Q_{\text{доб ср}} = \sum q_i n_i \quad (2.1)$$

де q_i – норма споживання для окремих споживачів води, л/доб;

n_i – кількість споживачів води кожного виду.

Для розрахунку максимальної добової витрати води об'єкта в цілому необхідно враховувати коефіцієнт добової нерівномірності споживання.

$$Q_{\text{доб max}} = Q_{\text{доб ср}} \times K_{\text{доб max}} \quad (2.2)$$

де $K_{\text{доб max}}$ – коефіцієнт, який враховує нерівномірність споживання води за добу в різні періоди року, його максимальне значення 1,3.

Середня годинна витрата води за добу в період максимального водоспоживання визначається за формулою

$$Q_{\text{год ср}} = Q_{\text{доб max}}/24, \quad (2.3)$$

де 24 – кількість годин у добі.

Розрахункова витрати води Q , м³/с, визначається за формулою:

$$Q = \frac{k_{\text{год max}} \times Q_{\text{год ср}}}{36 \times 10^5} \quad (2.4)$$

де $K_{\text{год max}}$ коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води, для комунального сектора – 1,2...2,0, у тваринництві – 2,5...4. Для комунального сектора він визначається за формулою:

$$K_{\text{год max}} = \lambda_{\text{max}} \beta_{\text{max}} \quad (2.5)$$

де λ – коефіцієнт упорядкування будівель, режим роботи підприємств та інші місцеві умови ($\lambda_{\text{max}} = 1,2...1,4$); β – коефіцієнт, що враховує кількість жителів у населеному пункті ($\beta_{\text{max}} = 2...4,5$).

У випадку необхідності при проектуванні системи виконують розрахунки з мінімальними показниками.

2.3 Розрахунок водопровідної мережі

Розрахунок проводиться в режимі максимального водозбору. З розрахункової схеми вибирають розрахункову ділянку - від водонапірної башти до диктуючого приладу, виділяють і нумерують відрізки ділянки.

Проводять розрахунок імовірності одночасної дії санітарно-технічних приладів об'єкту p^h (для гарячого водопостачання):

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \times U}{q_0^h \times N \times 3600} \quad (2.6)$$

$q_{hr,u}^h$ - норма витрати гарячої води споживачем в час максимального споживання, л;

q_0^h - витрата води санітарно-технічних приладів, л/с;

для житлових будинків $q_{hr,u}^h = 10$ л/год., $q_0^h = 0,18$ л/с;

U – число споживачів в приміщенні;

N – число санітарно-технічних приладів об'єкту.

Визначають розрахункову витрату води на відрізках q^h

$$q^h = 5 \times q_0^h \times \alpha, \text{ л/с}, \quad (2.7)$$

де q_0^h - секундна витрата приладом, для житлових будівель $q_0^h = 0,18$ л/с;

враховуючи значення таблиць для гідравлічного розрахунку витрати води з урахуванням рекомендованих швидкостей (до 3 м/с) визначають діаметри труб на розрахункових відрізках.

Враховуючи значення тепловтрат Q^{ht} , Вт визначають циркуляційну витрату гарячої води в системі q^{cir} :

$$q^{cir} = \frac{\beta \times \sum Q^{ht}}{4200 \times \Delta t}, \text{ л/с} \quad (2.8)$$

де β - коефіцієнт розрегулювання циркуляції; Δt - різниця температур в подавальних трубопроводах від теплового вузла до найбільш віддаленої водорозбірної точки $\beta = 1,3$, $\Delta t = 8,5^\circ\text{C}$. Циркуляційна витрата q^{cir} розподіляється стояками порівну.

Корегування витрат на ділянках проводять з урахуванням циркуляційних витрат:

$$q^{h,cir} = q^h (1 + K_{cir}), \quad (2.9)$$

де K_{cir} - коефіцієнт, який приймають для ділянок від теплового вузла до першого водорозбірного стояка для інших ділянок мережі - рівним 0, тобто для інших ділянок $q^{h,cir} = q^h$

Далі проводять розрахунок втрати напору на окремих відрізках, а потім по всій розрахунковій ділянці. Для відкритих систем гарячого водопостачання,

розрахунок проводиться за формулою з використанням тих коефіцієнтів що і для холодного водопроводу.

Під час проведення розрахунків закритих систем гарячого водопостачання слід враховувати «заростання труб». Вода надходить із системи холодного водопостачання, обробку не проходить, і тому з'являється таке явище як заростання труб. В такому випадку втрати напору H_i визначають за формулою:

$$H_i = \sum(j \times l \times (1 + K_1)), \text{ м}, \quad (2.10)$$

де i — питомі втрати напору, враховуючи заростання труб, (з додатку);

$K_1 = 0,2$ - для напірних і циркуляційних трубопроводів;

$K_1 = 0,5$ - для трубопроводів теплових пунктів і для водорозбірних стояків з рушникосушками;

$K_1 = 0,1$ - для водорозбірних стояків без рушникосушок і циркуляційних стояків.

Беручи до уваги результатами гідравлічного розрахунку визначають необхідний напір в початковій точці сітки гарячого водопостачання:

$$H_{\text{необ}} = H_{\text{геом}} + H_i + H_B + H_{\text{вод.буд.}} + H_{\text{вод. кв.}} + H_{\text{нагр}}, \text{ м} \quad (2.11)$$

де $H_{\text{геом}}$ — різниця відміток диктуючого санітарно-технічного приладу і відмітки мінімального рівня в гідропневматичному баку (в закритих системах) або відмітки трубопроводу теплової мережі в місці відбору води для гарячого водопостачання (у відкритих системах);

$H_{\text{вод. кв.}}$ і $H_{\text{вод.буд}}$ — втрати напору в лічильниках води.

$H_{\text{нагр}}$ - втрати напору в водонагрівальних приладах (в закритих системах).

В закритих системах гарячого водопостачання розрахункове значення необхідного напору порівнюють з напором в точці приєднання до мережі холодного водопостачання. Для систем з гідропневматичним баком

$$H_B = 0,1 \times P_{\text{min}}, \text{ м},$$

де P_{min} — вимірюється в кПа.

Якщо напір $H_{\text{необ}}$ незначно перевищує $H_{\text{в}}$ необхідно провести корегування діаметрів трубопроводів системи гарячого водопостачання і перерахувати втрати напору H_1 . Ці значення впливають на параметри марки насоса підкачки.

Якщо значення напору $H_{\text{необ}}$ перевищує $H_{\text{в}}$ не більше ніж на 10м то необхідно перерахувати параметри і підібрати насос підкачки та гідропневматичний бак. При цьому P_{min} (кПа) приймають рівним $10 H_{\text{необ}}$ (м). В таких системах додатково встановлюють циркуляційний насос на циркуляційному трубопроводі (рис. 2.8).

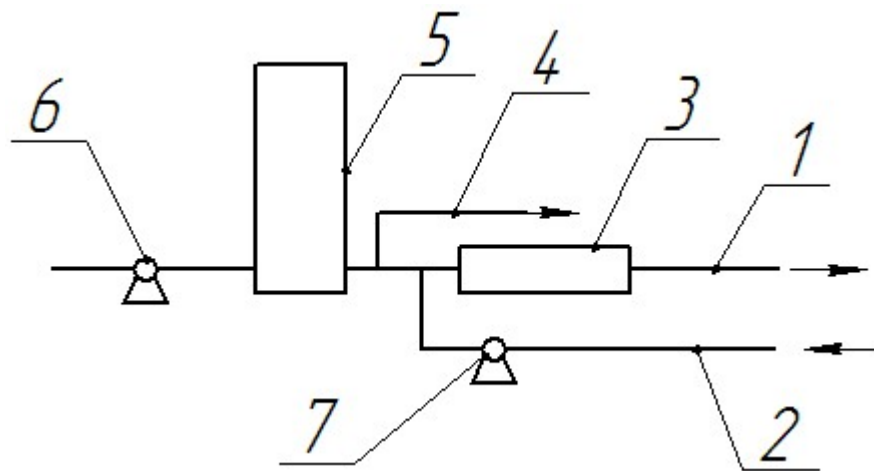
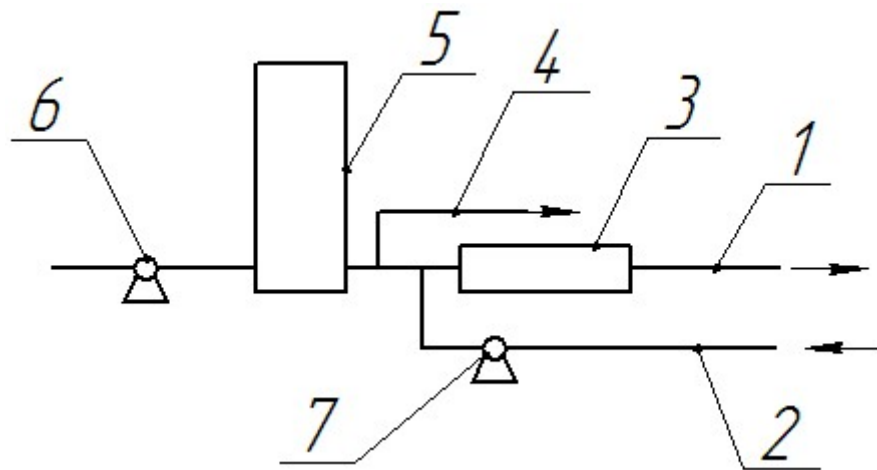


Рис. 2.8. Схема встановлення підвищувального і циркуляційного насосів:

1,2 — подавальний і циркуляційний трубопроводи системи гарячого водопостачання; 3 — водонагрівач; 4 — подавальний трубопровід системи холодного водопостачання; 5 — гідропневматичний бак; 6 — насос підкачки (підвищувальний); 7 — циркуляційний насос.

Для систем з відкритою циркуляцією розрахункове значення величини напору $H_{\text{необ}}$ необхідно порівняти із значенням напору $H_{\text{в}}$ у зворотному трубопроводі. При неорівності $H_{\text{необ}} > H_{\text{в}}$ передбачається встановлення циркуляційного насоса для підвищення тиску(на трубопроводі 6).



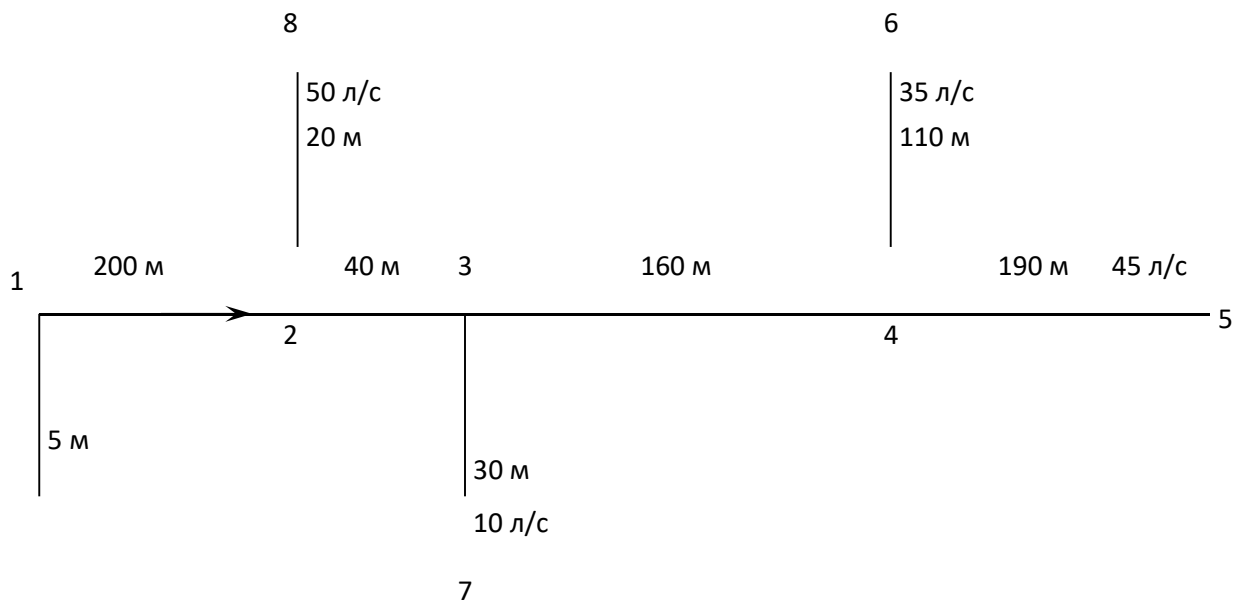
Малюнок 2.9 - Схема встановлення підвищувального і підвищувально-циркуляційного насосів:

1,2 — подавальний і циркуляційний трубопроводи системи гарячого водопостачання; 3 — водонагрівач; 4 — подавальний трубопровід системи холодного водопостачання; 5 — гідропневматичний бак; 6 — насос підкачки (підвищувальний) 7 — підвищувально-циркуляційний насос.

3. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

3.1 Розрахунок діаметрів трубопроводів.

Схема трубопроводів системи водопостачання:



Мал.3.1 Схема трубопроводу контуру живлення.

Розрахунок витрату води на визначених відрізках трубопроводу.

$$q_{4-5} = Q_5 = 45 \text{ л/с};$$

$$q_{4-6} = Q_6 = 35 \text{ л/с};$$

$$q_{3-4} = Q_6 + Q_5 = 80 \text{ л/с};$$

$$q_{3-7} = Q_7 = 10 \text{ л/с};$$

$$q_{2-3} = q_{3-7} + q_{4-6} + q_{4-5} = 90 \text{ л/с};$$

$$q_{2-8} = Q_8 = 50 \text{ л/с};$$

$$q_{1-2} = q_{2-8} + q_{2-3} = 140 \text{ л/с};$$

Приймаємо відрізки 1-2-3-4-5 за основну магістраль.

Враховуючи оптимальну швидкість руху води $W_{\text{opt}} = 3\text{ м/с}$, проводимо розрахунок теоретичних діаметрів труб основної магістралі:

$$d = \sqrt{\frac{4q}{W_{\text{opt}} \cdot \pi}}; \quad (3.1)$$

де: q – витрата води на розрахунковій ділянці, $\text{м}^3/\text{с}$;

W_{opt} – рекомендована швидкість, м/с .

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 140 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 3,14}} = 0,244 \text{ м}$$

$$d_{2-3} = \sqrt{\frac{4 \cdot 90 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 3,14}} = 0,195 \text{ м}$$

$$d_{3-4} = \sqrt{\frac{4 \cdot 80 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 3,14}} = 0,184 \text{ м}$$

$$d_{4-5} = \sqrt{\frac{4 \cdot 45 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 3,14}} = 0,138 \text{ м.}$$

Проводимо вибір стандартних діаметрів труб для головної магістралі:

$$d_{1-2} = 250 \text{ мм};$$

$$d_{2-3} = 200 \text{ мм};$$

$$d_{3-4} = 200 \text{ мм};$$

$$d_{4-5} = 150 \text{ мм};$$

3.2 Розрахунок втрат напору в основній магістралі.

Втрати напору по довжині трубопроводу:

$$h_{\text{тр}} = \frac{q^2}{k^2} \cdot l \quad (3.2)$$

де: q – витрата води на розрахунковій ділянці, л/с ;

k^2 – квадрат модуля витрати для труби, $\text{л}^2/\text{с}^2$;

l – довжина ділянки, м;

Квадрат модуля витрати k^2 , л²/с²:

$$k_{1-2}^2 = 379948,96 \text{ л}^2/\text{с}^2;$$

$$k_{2-3}^2 = 116144,64 \text{ л}^2/\text{с}^2;$$

$$k_{3-4}^2 = 116144,64 \text{ л}^2/\text{с}^2;$$

$$k_{4-5}^2 = 25090,56 \text{ л}^2/\text{с}^2;$$

$$h_{1-2} = \frac{140^2}{379948,96} \cdot 200 = 10,317 \text{ м};$$

$$h_{2-3} = \frac{90^2}{116144,64} \cdot 40 = 2,79 \text{ м};$$

$$h_{3-4} = \frac{80^2}{116144,64} \cdot 160 = 8,817 \text{ м};$$

$$h_{4-5} = \frac{45^2}{25090,56} \cdot 190 = 15,334 \text{ м};$$

Розрахунок сумарних втрат напору по довжині трубопроводу:

$$h_{\Sigma} = h_{1-2} + h_{2-3} + h_{3-4} + h_{4-5};$$

$$h_{\Sigma} = 10,317 + 2,79 + 8,817 + 15,334 = 37,258 \text{ м};$$

3.3 Розрахунок відгалужень.

Ділянка 4-6

Оскільки ділянки 4-6 і 4-5 сполучені паралельно, то:

$$h_{4-6T} = h_{4-5} = 15,334 \text{ м.}$$

Беремо до уваги формулу $h_{4-6T} = \frac{q_{4-6}^2}{k_{4-6T}^2} \cdot l_{4-6}$, і з неї знаходимо квадрат модуля витрати k_{4-6T}^2 , л²/с²:

$$k_{4-6T}^2 = \frac{q_{4-6}^2}{h_{4-6T}} \cdot l_{4-6} \quad (3.3)$$

де: q_{4-6} – витрата води на ділянці 4-6, л/с;

h_{4-6T} – прогнозовані втрати на ділянці 4-6, м;

l_{4-6} – довжина ділянки 4-6, м.

$$k_{4-6T}^2 = \frac{35^2}{15.334} \cdot 110 = 8787,4021 \text{ л}^2/\text{с}^2;$$

Розрахунок наближеного стандартного значення коефіцієнта k_{4-6}^2 :

$$k_{4-6}^2 = 9484,8121 \text{ л}^2/\text{с}^2;$$

для труб діаметром $d=125$ мм.

Втрати напору по довжині трубопроводу на відрізьку 4-6 розреховується за формулою (3.2):

$$h_{4-6} = \frac{35^2}{9484,8121} \cdot 110 = 14,207 \text{ м}$$

Визначення різниць тиску в основній магістралі і відрізьку 4-6 у вузлі 4:

$$\Delta_{4-6} = h_{4-6T} - h_{4-6} = 15,334 - 14,207 = 1,128 \text{ м};$$

$$\frac{\Delta_{4-6}}{h_{4-6T}} \cdot 100\% = \frac{1,128}{15,334} \cdot 100\% = 7,353\% \text{ перевищує } 5\%, \text{ то для погашення різниць}$$

тиску є необхідність встановлення засувки.

Знаходимо швидкість руху води на відрізьку 4-6:

$$W_{4-6} = \frac{4q_{4-6}}{\pi d_{4-6}^2}$$

$$W_{4-6} = \frac{4 \cdot 35 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,125^2} = 2,852 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Визначаємо коефіцієнт місцевого опору:

$$\xi_{4-6} = \frac{\Delta_{4-6} \cdot 2g}{W_{4-6}^2} = \frac{1,128 \cdot 2 \cdot 9,81}{2,852^2} = 2,7196;$$

За значеннями коефіцієнта місцевого опору і діаметра трубопроводу відрізьку визначаємо ступінь відкриття засувки:

$$n_{2-8} = 0,491$$

Відгалуження 3-7:

Відрізки 3-7, 3-4 і 4-5 сполучені паралельно, то:

$$h_{3-7T} = h_{4-5} + h_{3-4} = 15,334 + 8,817 = 24,151 \text{ м.}$$

За формулою $h_{3-7T} = \frac{q_{3-7}^2}{k_{3-7T}^2} \cdot l_{3-7}$ розраховуємо теоретичний квадрат модуля витрати $k_{3-7T}^2 \text{ л}^2/\text{с}^2$:

$$k_{3-7T}^2 = \frac{q_{3-7}^2}{h_{3-7T}} \cdot l_{3-7} \quad (3.4)$$

де: q_{3-7} - витрата води на ділянці 3-7, л/с;

h_{3-7T} - теоретичні втрати на ділянці 3-7, м;

l_{3-7} - довжина відрізка 3-7, м.

$$k_{3-7T}^2 = \frac{10^2}{24,151} \cdot 30 = 124,2182 \text{ л}^2/\text{с}^2;$$

Визначаємо найближче стандартне значення k_{3-7}^2 :

$$k_{3-7}^2 = 613,5529 \text{ л}^2/\text{с}^2;$$

для трубопроводів діаметром $d=75$ мм.

Втрати по довжині трубопроводу на ділянці 3-7 визначається за формулою (3.2):

$$h_{3-7} = \frac{10^2}{613,5529} \cdot 30 = 4,89 \text{ м.}$$

Визначаємо різницю тисків в основній магістралі і відгалуженні 3-7 (вузол 3):

$$\Delta_{3-7} = h_{3-7T} - h_{3-7} = 24,151 - 4,89 = 19,261 \text{ м;}$$

$\frac{\Delta_{3-7}}{h_{3-7T}} \cdot 100\% = \frac{19,261}{24,151} \cdot 100\% = 79,754\%$ перевищує 5%, то для погашення різниці

тиску необхідно встановити заглушку.

Розрахунок швидкості руху води на ділянці 3-7:

$$W_{3-7} = \frac{4 \cdot q_{3-7}}{\pi \cdot d_{3-7}^2} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,075^2} = 2,264 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Визначаємо коефіцієнт місцевого опору:

$$\xi_{3-7} = \frac{\Delta_{3-7} \cdot 2g}{W_{3-7}^2} = \frac{19,261 \cdot 2 \cdot 9,81}{2,264^2} = 73,7588;$$

Значення коефіцієнта місцевого опору і діаметру визначає ступінь відкриття засувки:

$$n_{3-7} = 0,212$$

Ділянка 2-8:

Оскільки ділянки 2-8, 2-3, 3-4 і 4-5 сполучені паралельно, то:

$$h_{2-8T} = h_{4-5} + h_{3-4} + h_{2-3} = 15,334 + 8,817 + 2,79 = 26,941 \text{ м.}$$

$h_{2-8T} = \frac{q_{2-8}^2}{k_{2-8T}^2} \cdot l_{2-8}$ знаходимо теоретичний квадрат модуля витрати $k_{2-8}^2 \text{ л}^2/\text{с}^2$ за формулою:

$$k_{2-8T}^2 = \frac{q_{2-8}^2}{h_{2-8T}} \cdot l_{2-8}; \quad (3.5)$$

де: q_{2-8} - дійсна витрата води на ділянці 2-8, л/с;

h_{2-8T} - теоретичні втрати на ділянці 2-8, м;

l_{2-8} - довжина ділянки 2-8, м.

$$k_{2-8T}^2 = \frac{50^2}{26,941} \cdot 20 = 1855,9301 \text{ л}^2/\text{с}^2;$$

Розраховуємо найближче стандартне значення k_{2-8}^2 :

$$k_{2-8}^2 = 2874,0321 \text{ л}^2/\text{с}^2;$$

для труб діаметром $d=100$ мм;

Втрати напору на тертя у відгалуженні 2-8 :

$$h_{2-8} = \frac{50^2}{2874,0321} \cdot 20 = 17,397 \text{ м.}$$

Різниця тиску в основній магістралі і відгалуженні 2-8 у вузлі 2:

$$\Delta_{2-8} = h_{2-8T} - h_{2-8} = 26,941 - 17,397 = 9,544 \text{ м};$$

Оскільки $\frac{\Delta_{2-8}}{h_{2-8T}} \cdot 100\% = \frac{9,544}{26,941} \cdot 100\% = 35,424\%$ перевищує 5%, то для погашення різниці тиску ставимо заглушку.

Знаходимо швидкість руху води у відгалуженні 2-8:

$$W_{2-8} = \frac{4 \cdot q_{2-8}}{\pi \cdot d_{2-8}^2} = \frac{4 \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,1^2} = 6,366 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Далі визначаємо коефіцієнт місцевого опору:

$$\xi_{2-8} = \frac{\Delta_{2-8} \cdot 2g}{W_{2-8}^2} = \frac{9,544 \cdot 2 \cdot 9,81}{6,366^2} = 4,6201;$$

По коефіцієнту місцевого опору і діаметру визначаємо ступінь відкриття засувки:

$$n_{2-8} = 0,413$$

3.4 Побудова п'єзометричного графіка.

Втрати на тертя на ділянках основної магістралі склали:

$$h_{1-2} = 10,317 \text{ м}; h_{2-3} = 2,79 \text{ м}; h_{3-4} = 8,817 \text{ м}; h_{4-5} = 15,334 \text{ м};$$

Сумарні втрати на тертя в основній магістралі: $h_{\Sigma} = 37,258 \text{ м};$

Втрати на тертя у відгалуженнях склали:

$$h_{2-8} = 17,397 \text{ м}; h_{3-7} = 4,89 \text{ м}; h_{4-6} = 14,207 \text{ м};$$

3.5 Вибір насоса.

Вибираємо насос по напору, що обчислюється за формулою:

$$H = h_{\Sigma} + \frac{\alpha W_{1-2}^2}{2g} + h_k = 37,258 + \frac{1,05 \cdot 3}{2 \cdot 9,81} + 5 = 42,7395 \text{ м}$$

і по витраті $Q=q_{1-2}=140 \text{ л/с};$ Марка насоса 8К12а, видаваний напір $H=24 \text{ м},$ витрата $Q=69,5 \text{ л/с},$ допустима вакуумметрическая висота всмоктування $H_{\text{вак}}^{\text{доп}} = 6,1 \text{ м}.$

3.6 Розрахунок всмоктуючої ділянки трубопроводу.

Коефіцієнт місцевого опору коліна рівний: $\epsilon_{до} = 2,705$, знайдемо швидкість перебігу води по формулі:

$$W = \frac{4Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 140 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,25^2} = 2,852 \text{ м/с}$$

тоді втрати в коліні рівні:

$$h_k = \xi_k \cdot \frac{W^2}{2g} = 2,705 \cdot \frac{2,852^2}{2 \cdot 9,81} = 1,121 \text{ м};$$

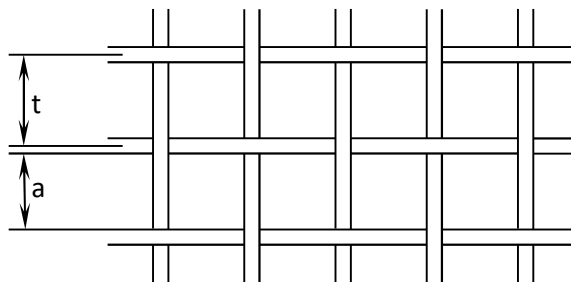
Діаметр труби $d=250$ мм, тоді квадрат модуля швидкості рівний $K^2=379948,96 \text{ л}^2/\text{с}^2$;

Довжина ділянки рівна $l=2$ м, витрата на ній рівна $q=140$ л/с.

Знайдемо втрати по довжині на цій ділянці:

$$h_{\text{вч}} = \frac{q^2}{k^2} \cdot l = \frac{140^2}{379948,96} \cdot 2 = 0,2579 \text{ м};$$

Розрахунок втрат напору на фільтрі:



$$t=6 \text{ мм};$$

$$a=5 \text{ мм};$$

$$d_{\phi}=200 \text{ мм};$$

$$m = \frac{a^2}{t^2} = \frac{25}{36} = 0,6944$$

Загальна площа поверхні фільтру:

$$F_{\phi} = \pi d^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,25^2 / 4 = 0,0491 \text{ м}^2;$$

Площа отворів:

$$F = mF_{\phi} = 0,6944 \cdot 0,0491 = 0,0341$$

$$\xi_{\phi} = 1,575 \cdot \frac{F_{\phi}}{F} = 1,575 \cdot \frac{0,0491}{0,0341} = 2,268$$

Знаходимо втрати напору у фільтрі:

$$h_{\phi} = \xi_{\phi} \cdot \frac{W^2}{2g} = 2,268 \cdot \frac{2,852^2}{2 \cdot 9,81} = 1,9498 \text{ м}$$

Обчислюємо загальну втрату напору на всмоктуючій ділянці:

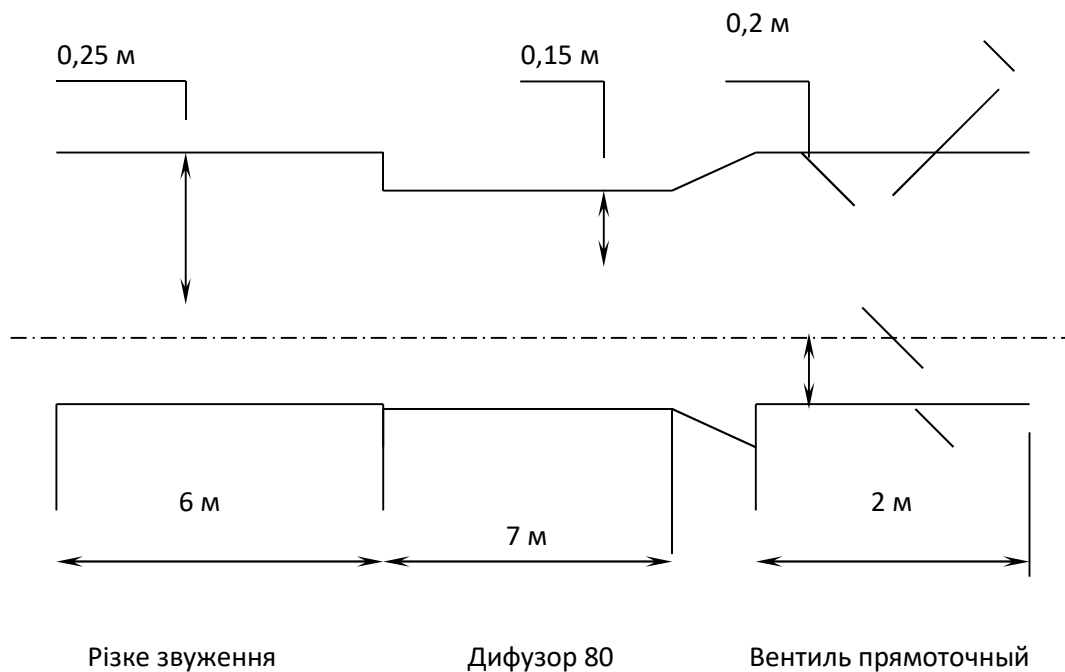
$$h_{\text{вс}} = h_k + h_{\phi} + h_{\text{уч}} = 1,121 + 1,9498 + 0,2579 = 3,3292 \text{ м};$$

Отже максимальна висота підняття води

$$h_{\text{max}} = H_{\text{вак}}^{\text{доп}} - h_{\text{вс}} = 5 - 3,3292 = 2,7708 \text{ м.}$$

3.7 Гідродинамічний розрахунок короткого трубопроводу

3.7.1 Зображення схеми трубопроводу



3.7.2 Розрахунок першої ділянки – різке звуження.

Визначаємо швидкість на першій ділянці:

$$W_1 = \frac{m}{\rho \cdot F_1} = \frac{4m}{\rho \cdot \pi \cdot d_1^2}; \quad (3.6)$$

$$\rho = 870 \text{ кг/м}^3;$$

$$W_1 = \frac{4 \cdot 7,5}{870 \cdot 3,14 \cdot 0,25^2} = 0,1756 \text{ м/с};$$

Число Рейнольдса на першій ділянці визначається по формулі:

$$Re_1 = \frac{W_1 \cdot d_1}{\nu}; \quad (3.7.)$$

де: ν – кінематична в'язкість:

$$\nu = 11,62 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с};$$

$$Re_1 = \frac{0,1756 \cdot 0,25}{11,62 \cdot 10^{-6}} = 3778,38;$$

Абсолютна шорсткість для сталевих труб визначається з довідкової літератури.

$$s = 0,5 \text{ мм};$$

Знаходимо відносну шорсткість на першій ділянці:

$$\bar{\Delta}_1 = \frac{d_1}{\Delta} = \frac{0,25}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 500; \quad (3.8)$$

Визначуваній режим руху на першій ділянці:

$$10 \cdot \bar{\Delta}_1 = 10 \cdot 500 = 5000;$$

$$500 \cdot \bar{\Delta}_1 = 500 \cdot 500 = 250000$$

Порівнявши $10 \cdot \bar{\Delta}_1$ і $500 \cdot \bar{\Delta}_1$ з числом Рейнольдса, $10 \cdot \bar{\Delta}_1 > Re_1$ на першій ділянці маємо область гідравлічно гладких труб.

Коефіцієнт гідравлічного тертя:

$$\lambda_1 = \frac{0,3164}{\text{Re}_1^{0,25}} = \frac{0,3164}{3778,38^{0,25}} = 0,0404;$$

Визначаємо втрати напору по довжині трубопроводу:

$$h_{\text{тр.1}} = \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \cdot \frac{W_1^2}{2g} = 0,0404 \frac{6 \cdot 0,1756^2}{0,25 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,0015 \text{ м};$$

Розрахунок втрат напору на місцевих опорах на першій ділянці:

$$h_{\text{м1}} = \xi_1 \frac{W_1^2}{2g}; \quad (3.9)$$

$$\xi_1 = 0,5 \left(1 - \frac{F_2}{F_1} \right) = 0,32;$$

$$h_{\text{м1}} = 0,32 \frac{0,1756^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0005 \text{ м};$$

3.7.3 Розрахунок другої ділянки – дифузор.

Розрахунок швидкості на другій ділянці:

$$W_2 = \frac{m}{\rho \cdot F_2} = \frac{4m}{\rho \cdot \pi \cdot d_2^2};$$

$$\rho = 870 \text{ кг/м}^3;$$

$$W_2 = \frac{4 \cdot 7,5}{870 \cdot 3,14 \cdot 0,15^2} = 0,4878 \text{ м/с};$$

Визначаємо число Рейнольдса для другої ділянки:

$$\text{Re}_2 = \frac{W_2 \cdot d_2}{\nu};$$

$$\nu = 11,62 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с};$$

$$\text{Re}_2 = \frac{0,4878 \cdot 0,15}{11,62 \cdot 10^{-6}} = 6297,31;$$

Абсолютна шорсткість сталевих труб вибирається додатку.

$$s = 0,5 \text{ мм};$$

Відносна шорсткість трубопроводу на другій ділянці:

$$\bar{\Delta}_2 = \frac{d_2}{\Delta} = \frac{0,15}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 300;$$

Розрахунок режиму руху на другій ділянці:

$$10 \cdot \bar{\Delta}_2 = 10 \cdot 300 = 3000;$$

$$500 \cdot \bar{\Delta}_2 = 500 \cdot 300 = 150000;$$

На другій ділянці маємо область гідравлічно гладких труб. Згідно з порівнянням $10 \cdot \bar{\Delta}_2$ і $500 \cdot \bar{\Delta}_2$ з числом Рейнольдса: $10 \cdot \bar{\Delta}_2 > Re_1$

Відповідно коефіцієнт гідравлічного тертя:

$$\lambda_2 = \frac{0,3164}{Re_2^{0,25}} = \frac{0,3164}{6297,31^{0,25}} = 0,0355;$$

Втрати напору по довжині трубопроводу:

$$h_{\text{тр.2}} = \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \cdot \frac{W_2^2}{2g} = 0,0355 \frac{7 \cdot 0,4878^2}{0,15 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,0201 \text{ м};$$

Втрати напору на місцевих опорах на другій ділянці:

$$h_{\text{м2}} = \xi_2 \frac{W_2^2}{2g};$$

$$\xi = \frac{\lambda}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \left(1 - \ell \frac{1}{n^2} \right) + k \left(1 - \frac{1}{n} \right)^2;$$

$$\alpha = 80^\circ$$

$$l = 0,0298 \text{ м}$$

$$k = 1,06$$

$$n = \frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2^2}{d_3^2} = \frac{0,15^2}{0,2^2} = 0,5625$$

$$\xi_2 = \frac{0,0355}{8 \sin(80/2)} \left(1 - \frac{1}{0,5625^2} \right) + 1,06 \left(1 - \frac{1}{0,5625} \right)^2 = 0,6438;$$

$$h_{M2} = 0,6438 \frac{0,4878^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0078 \text{ м};$$

3.7.4 Розрахунок третьої ділянки – вентиль прямоточний.

розрахунок швидкості на третій ділянці:

$$W_3 = \frac{m}{\rho \cdot F_3} = \frac{4m}{\rho \cdot \pi \cdot d_3^2};$$

$$\rho = 870 \text{ кг/м}^3;$$

$$W_3 = \frac{4 \cdot 7,5}{870 \cdot 3,14 \cdot 0,2^2} = 0,2744 \text{ м/с};$$

Число Рейнольдса:

$$Re_3 = \frac{W_3 \cdot d_3}{\nu};$$

$$\nu = 11,62 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с};$$

$$Re_3 = \frac{0,2 \cdot 0,2744}{11,62 \cdot 10^{-6}} = 4722,98;$$

Абсолютна шорсткість - з довідкової літератури.

$$s = 0,5 \text{ мм};$$

Розрахунок відносної шорсткості на третій ділянці:

$$\bar{\Delta}_3 = \frac{d_3}{\Delta} = \frac{0,2}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 400;$$

Режим руху на третій ділянці:

$$10 \cdot \bar{\Delta}_3 = 10 \cdot 400 = 4000;$$

$$500 \cdot \bar{\Delta}_3 = 500 \cdot 400 = 20000;$$

Порівняємо $10 \cdot \bar{\Delta}_3$ і $500 \cdot \bar{\Delta}_3$ з числом Рейнольдса.

$10 \cdot \bar{\Delta}_3 > Re_1$ отже, на третій ділянці маємо область гідравлічно гладких труб.

Визначаємо коефіцієнт гідравлічного тертя:

$$\lambda_3 = \frac{0,3164}{\text{Re}_3^{0,25}} = \frac{0,3164}{4722,98^{0,25}} = 0,0382;$$

Розрахунок втрат напору по довжині трубопроводу:

$$h_{\text{тр.3}} = \lambda_3 \frac{l_3}{d_3} \cdot \frac{W_3^2}{2g} = 0,0382 \frac{7 \cdot 0,2744^2}{0,2 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,0015 \text{ м};$$

розрахунок втрат напору на місцевих опорах:

$$h_{\text{м3}} = \xi_3 \frac{W_3^2}{2g} \quad \xi_3 = 0,34 \text{ для } d=0,2.$$

$$h_{\text{м3}} = 0,34 \frac{0,2744^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0013 \text{ м};$$

3.8 Розрахунок сумарних втрат. Визначення типу трубопроводу.

Сумарні втрати напору по довжині трубопроводу

$$h_{\Sigma\text{тр}} = h_{\text{тр.1}} + h_{\text{тр.2}} + h_{\text{тр.3}} = 0,0015 + 0,0201 + 0,0015 = 0,0231 \text{ м};$$

Сумарні втрати напору на місцевих опорах:

$$H_{\text{м}\Sigma} = h_{\text{м1}} + h_{\text{м2}} + h_{\text{м3}} = 0,0005 + 0,0078 + 0,0013 = 0,0096 \text{ м};$$

Загальні сумарні втрати напору:

$$H_{\Sigma} = h_{\Sigma\text{тр}} + h_{\Sigma\text{м}} = 0,0231 + 0,0096 = 0,0327 \text{ м};$$

$$0,05H_{\Sigma} = 0,05 \cdot 0,327 = 0,0016$$

Відповідно до нерівності $H_{\text{м}\Sigma} > 0,05H_{\Sigma}$, отримаємо результат, що наш трубопровід є гідравлічно коротким.

3.9 Розрахунок насосної установки

Швидкість руху рідини у трубопроводі:

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} \tag{3.10}$$

Число Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{vd}{\nu} \quad (3.11)$$

Коефіцієнт втрат напору по довжині трубопроводу в гладкій зоні турбулентного руху:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \quad (3.12)$$

в перехідній зоні

$$\lambda = 0,114 \sqrt[4]{\frac{\Delta}{d}} \quad (3.13)$$

в квадратичній зоні:

$$\lambda = 0,114 \sqrt{\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{\text{Re}}} \quad (3.14)$$

Напір у трубопроводі:

$$H = h_{\Gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \zeta_{\text{вентиля}} \frac{v_1^2}{2g} + 4\zeta_{\text{коліна}} \frac{v_1^2}{2g} + 3\zeta_{\text{коліна}} \frac{v_2^2}{2g} + \zeta_{\text{клапана}} \frac{v_2^2}{2g} + \lambda_1 L_1 \frac{v_1^2}{2gd_1} + \lambda_2 L_2 \frac{v_2^2}{2gd_2}$$

Розрахунок величини напору насоса зі зменшеними обертами:

$$H_2 = H_1 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 = H_1 (1 - U)^2 \quad (3.14)$$

Напір насосної установки при послідовному підключенні:

$$H_{\text{посл}} = H_1 + H_2 \quad (3.15)$$

Подача при паралельному підключенні:

$$Q_{\text{пар}} = Q_1 + Q_2 \quad (3.16)$$

Втрати напору у всмоктувальній ділянці трубопроводу:

$$h_{W1} = \zeta_{\text{вентиля}} \frac{v_1^2}{2g} + 4\zeta_{\text{коліна}} \frac{v_1^2}{2g} + \lambda_1 L_1 \frac{v_1^2}{2gd_1} \quad (3.17)$$

Вихідні дані

P	N	U	h _r	L ₁	d ₁	L ₂	d ₂	Δ	ζ _{клапана}	ζ _{вентилля}	ζ _{коліна}	ν
14	5	11%	18	41	0,0796	276	0,0585	0,0003	8,2	5,8	0,7	0,000001

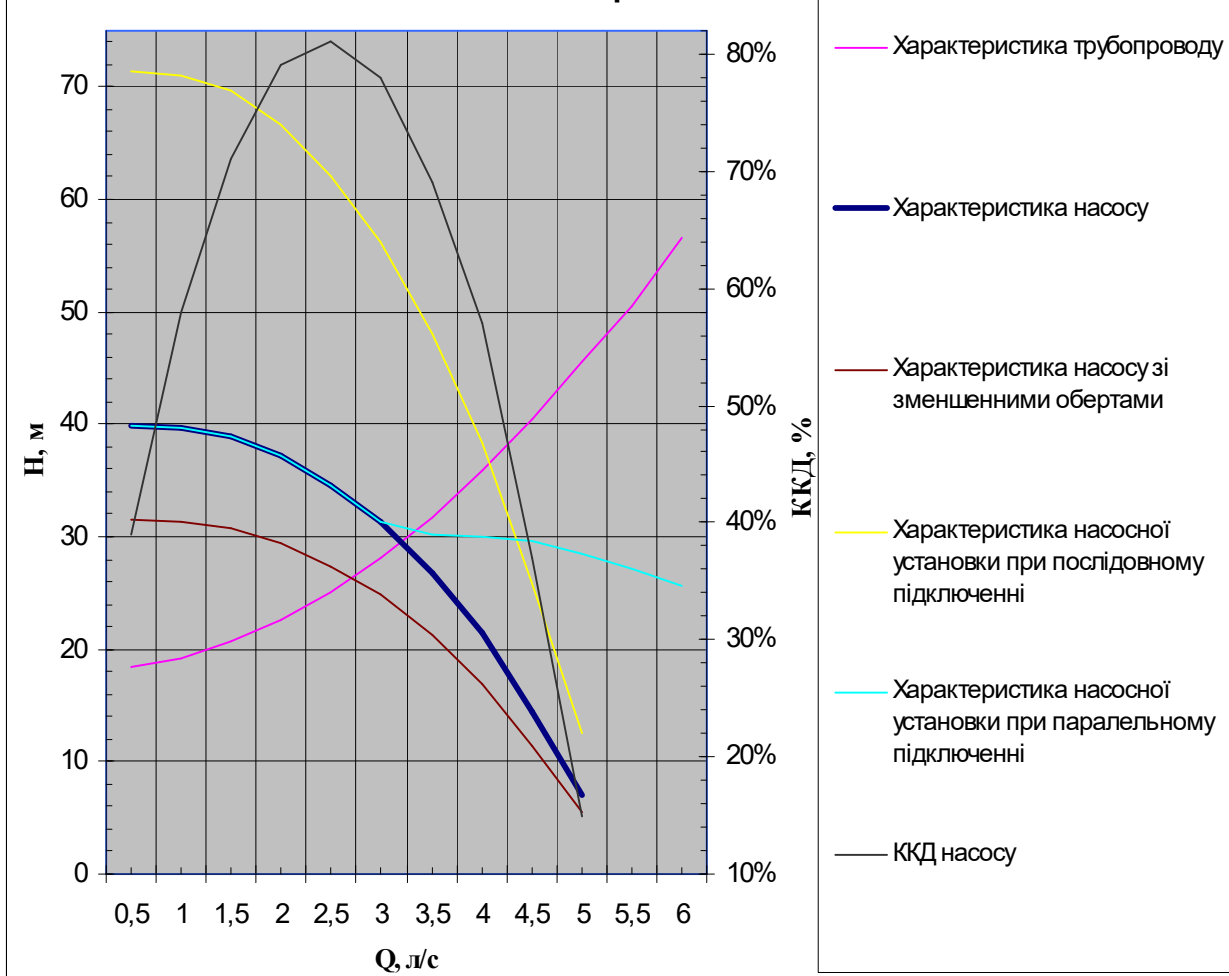
Побудова характеристики трубопроводу

Q	0,0005	0,001	0,0015	0,002	0,0025	0,003	0,0035	0,004	0,0045	0,005	0,0055	0,006
v ₁	0,1006	0,201	0,3019	0,4025	0,5031	0,6038	0,7044	0,805	0,9056	1,00626	1,1069	1,207514
v ₂	0,1861	0,372	0,5584	0,7445	0,9306	1,1167	1,3028	1,4889	1,6751	1,86118	2,0473	2,233417
Re ₁	8005,8	16012	24017	32023	40029	48035	56041	64047	72052	80058,2	88064	96069,79
Re ₂	10888	21776	32664	43552	54440	65327	76215	87103	97991	108879	119767	130654,9
λ ₁	0,0362	0,032	0,0307	0,0298	0,0292	0,0288	0,0285	0,0282	0,028	0,02786	0,0277	0,027622
λ ₂	0,0354	0,032	0,0313	0,0306	0,0302	0,0299	0,0297	0,0296	0,0295	0,02935	0,0284	0,028402
H	18,329	19,21	20,637	22,598	25,096	28,13	31,701	35,807	40,45	45,6286	50,47	56,63742

Побудова характеристик насосних установок

H ₁	39,8	39,6	38,9	37,2	34,6	31,4	26,8	21,4	14,4	7		
η	39%	58%	71%	79%	81%	78%	69%	57%	37%	15%		
H ₂	31,526	31,37	30,813	29,466	27,407	24,872	21,228	16,951	11,406	5,5447		
H _{посл}	71,326	70,97	69,713	66,666	62,007	56,272	48,028	38,351	25,806	12,5447		
H _{пар}	39,8	39,6	38,9	37,2	34,6	31,4	30,125	29,97	29,6	28,5	27,1	25,7

Визначення робочих точок



Для отримання максимальної подачі другий насос слід підключити послідовно. При цьому подача збільшиться на 0,9 л/с, а потужність, що споживається, на

$$\Delta N = \rho g \left(\frac{H_{\text{посл}} Q_{\text{посл}}}{\eta_{\text{посл}}} - \frac{H_1 Q_1}{\eta_1} \right) = 1467,6 \text{ Вт}$$

3.10 Розрахунок насосної станції першого підйому

Насосна станція першого підйому працює в рівномірному режимі та подає воду від джерела водопостачання через очисні споруди до резервуарів чистої води. Режим роботи НС-I під час пожежі не змінюється.

Розрахункові витрати насосної станції першого підйому:

$$Q_{НС-I} = \frac{4,17 \cdot Q_{розр}}{100}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.18)$$

де 4,17 – щогодинна подача води насосами, %.

$$Q_{НС-I} = \frac{4,17 \cdot 6603,9}{100} = 275, \text{ м}^3/\text{год}.$$

Напір насосів насосної станції першого підйому забезпечує подачу води по водоводам від НС-I до НС-II.

$$H_{НС-I} = h_{вод}^{НС-I-НС-II} + (z_{НС-II} - z_{НС-I}), \text{ м}, \quad (3.19)$$

де $h_{вод}^{НС-I-НС-II}$ - втрати напору в водоводах, що з'єднують насосні станції, м;

$z_{НС-I}$ - геодезична відмітка встановлення насосної станції першого підйому (визначаються за генеральним планом), м;

$z_{НС-II}$ - геодезична відмітка встановлення насосної станції другого підйому (визначаються за генеральним планом), м.

$$H_{НС-I} = 15,73 + (204 - 196) = 23,73, \text{ м}.$$

Кількість ліній водоводів необхідно приймати з урахуванням категорії системи водопостачання.

Втрати напору в водоводах визначаються:

$$h_{вод}^{НС-I-НС-II} = A \cdot l_{вод}^{НС-I-НС-II} \cdot (q_{вод}^{НС-I-НС-II})^2, \text{ м}, \quad (3.20)$$

де A – питомий опір труб водоводу (додаток 8), приймається в залежності від діаметру труб водоводу

$$d_{вод}^{НС-I-НС-II} = \sqrt{\frac{4q_{вод}^{НС-I-НС-II}}{1000 \cdot \pi \cdot v}}, \text{ м};$$

$$q_{вод}^{НС-I-НС-II} = 0,7 \cdot Q_{НС-I} \cdot \frac{1000}{3600} - \text{витрати води водоводу, л/с};$$

$$l_{вод}^{НС-I-НС-II} - \text{довжина водоводу між насосними, м};$$

v – швидкість руху води в трубах водоводів, приймається в інтервалі 0,7 – 1,2 м/с.

$$d_{вод}^{НС-I-НС-II} = \sqrt{\frac{4 \cdot 53,47}{1000 \cdot 3,14 \cdot 1}} = 0,261, \text{ м}.$$

$$q_{вод}^{НС-I-НС-II} = 0,7 \cdot 275 \cdot \frac{1000}{3600} = 53,47, \text{ л/с}.$$

$$h_{вод}^{НС-I-НС-II} = 0,8466 \cdot (650/100) \cdot (53,47)^2 = 15,73, \text{ м}.$$

3.11 Розрахунок насосної станції другого підйому

Насосні станції другого підйому, працюють в ступеневому режимі, в години, коли потрібно збільшити кількість води в мережу, включаються до роботи насоси другої ступені. Приймаємо двоступеневу роботу станції.

Насосна станція другого підйому працює наступним чином:

- подає воду до водонапірної башти в кількості, необхідній всім водоспоживачам виробничого підприємства;

- при пожежі вона подає воду безпосередньо в мережу, в обхід водонапірної башти, необхідний дебет забезпечес виробничі приміщення підприємства та потребу на пожежогасіння.

Насосна станція другого підйому до пожежі подає воду до водонапірної башти, а під час гасіння пожежі – до диктуючої точки.

Розрахунок напору для насосної станції другого підйому:

- до пожежі

$$H_{HC-II} = H_{BB} + H_{\delta BB} + h^{HC-II-BB} + (z_{BB} - z_{HC-II}), \text{ м}, \quad (3.21)$$

де H_{BB} - висота водонапірної башти, м;

$H_{\delta BB}$ - висота баку водонапірної башти м;

z_{BB} - геодезична відмітка встановлення водонапірної башти, м;

z_{HC-II} - геодезична відмітка встановлення насосної станції другого підйому, м.

Втрати напору на ділянці між HC-II та водонапірною баштою:

$$h^{HC-II-BB} = A \cdot l^{HC-II-BB} \cdot (q^{HC-II-BB})^2, \text{ м}, \quad (3.22)$$

де A – питомий опір труб в залежності від їх діаметру

$$d^{HC-II-BB} = \sqrt{\frac{4(q^{HC-II-BB})}{1000 \cdot \pi \cdot \nu}}, \text{ м};$$

$$q^{HC-II-BB} = 0,7 \cdot Q_{\max}^{HC-II} \cdot \frac{1000}{3600} - \text{витрата води, л/с};$$

$Q_{\max}^{HC-II} = \frac{P_{\max} \cdot Q_{\text{розр}}}{100}$ - максимальна подача насосної станції другого підйому, л/с;

P_{\max} - подача води насосами того ступеня;

$l_{НС - II - ВБ}$ - довжина частини мережі між насосною станцією та водонапірною баштою, м;

v - швидкість руху води в трубах між насосною станцією та водонапірною баштою, приймається від 0,7 до 1,2 м/с.

$$h_{НС - II - ВБ} = 0,3731 \cdot (200/100) \cdot (91,19)^2 = 6,21, \text{ м.}$$

- з урахуванням пожежі

$$H_{НС - II}^{пож} = h_m^{пож} + H_v^{пож} + (z_{д.т.} - z_{НС - II}), \text{ м,} \quad (3,23)$$

де $h_m^{пож}$ - втрати напору водопровідної мережі під час пожежі, м;

$H_v^{пож} = 10$ - вільний напір на пожежному гідранті, в диктуючій точці, м;

$z_{д.т.}$ - геодезична відмітка диктуючої точки, м.

$$H_{НС - II}^{пож} = 29,761 + 10 + (200 - 202) = 38, \text{ м.}$$

Розрахунок витрати насосів насосної станції другого підйому:

- до пожежі:

- для першої ступені витрата води:

$$Q_{НС - II_1} = \frac{P_{\min} \cdot Q_{розр}}{100}, \text{ м}^3/\text{год,} \quad (3,24)$$

де P_{\min} - подача води насосами першої ступені,;

$$Q_{НС - II_1} = \frac{1,453 \cdot 6603,9}{100} = 95,95, \text{ м}^3/\text{год.}$$

- для другої ступені витрати визначаються за формулою:

$$Q_{НС-II_2} = \frac{(P_{\max} - P_{\min}) \cdot Q_{розр}}{100}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.25)$$

де P_{\max} - подача води другою ступінню насосної станції;

- при пожежі витрати води визначаються в залежності від типу проектованої насосної станції – високого або низького тиску.

$$Q_{НС-II_2} = \frac{(7,104 - 1,453) \cdot 6603,9}{100} = 373,19, \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для насосних станцій низького тиску:

$$Q_{НС-II}^{пож} = Q_{пож} \frac{3600}{1000}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.26)$$

де $Q_{пож}$ - пожежні витрати води, л/с;

$$Q_{НС-II}^{пож} = 90 \cdot \frac{3600}{1000} = 324, \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для насосних станцій високого тиску:

$$Q_{НС-II}^{пож} = \frac{P_{\max} \cdot Q_{розр}}{100} + Q_{пож} \frac{3600}{1000}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (3.27)$$

$$Q_{НС-II}^{пож} = \frac{7,104 \cdot 6603,9}{100} + 324 = 793, \text{ м}^3/\text{год}.$$

Таблиця 3.1 - Вибір насосів насосних станцій

Група насосів	Розрахункові параметри насосів		Прийняті насоси та їх параметри			Кількість
	Витрати, м ³ /год	Напір, м	Марка насоса	Витрати, м ³ /год	Напір, м	
1	2	3	4	5	6	7

<i>Станція першого підйому</i>						
Робочі	275	23,73	8KM-12	280	29,1	1
Резервні	-//-	-//-	8KM-12	280	29,1	1
<i>Станція другого підйому</i>						
Робочі	469	52,21	3B-200× 2	500	93	1
Резервні	-//-	-//-	3B-200× 2	500	93	1
Пожежні	793	38	3B-200× 2	400	108	2
Резервні	-//-	-//-	3B-200× 2	400	108	1

3.12 Вибір схеми включення насосів

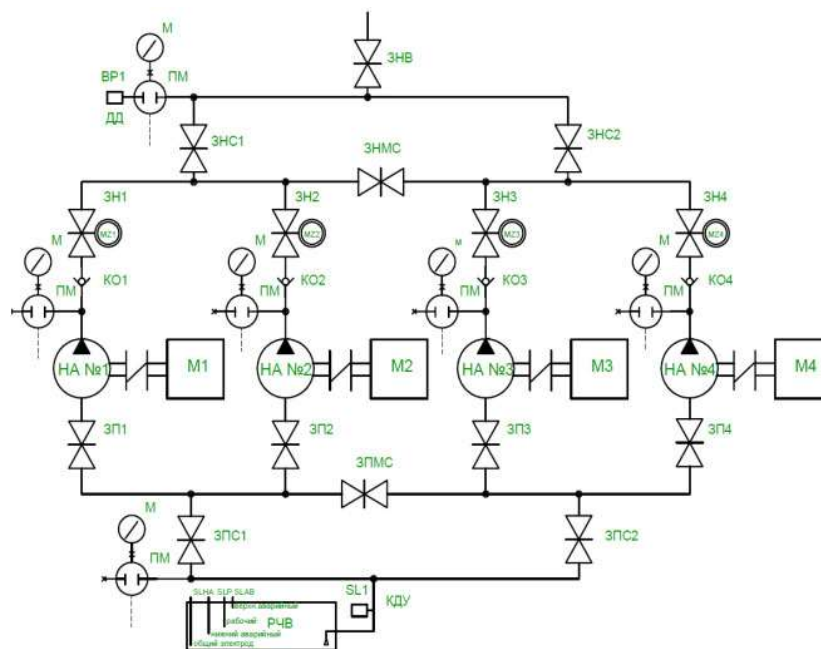
Важливим завданням для нашого часу, є вирішення завдань ефективного перетворення різних видів енергії (сонячної, вітряної, термальної та ін.). Більше того, перетворити в електроенергію, яка буде одним з основних факторів комфортного розвитку техніки та електроенергетики. При цьому слід особливо виділити безсумнівний інтерес світової громадськості до практично доступних технічних розробок, які вкладені у вирішення вищевказаних завдань сучасної електроенергетики.

Під час експлуатації електрообладнання на об'єктах різного профілю виробництва для зниження споживання реактивної енергії застосовують ряд технічних рішень: вибір оптимальної потужності асинхронних двигунів, що завантажені не на весь цикл виробництва, оптимізація циклу для зменшення часу холостої ходу двигунів, зварювальних трансформаторів і тд. Такі заходи покращують роботу мереж, але не забезпечують найбільш економічні режими електропостачання та електроспоживання. Найбільш розповсюдженим

способом оптимізації споживання реактивної енергії, тобто зниження такого показника є використання компенсаційних установок.

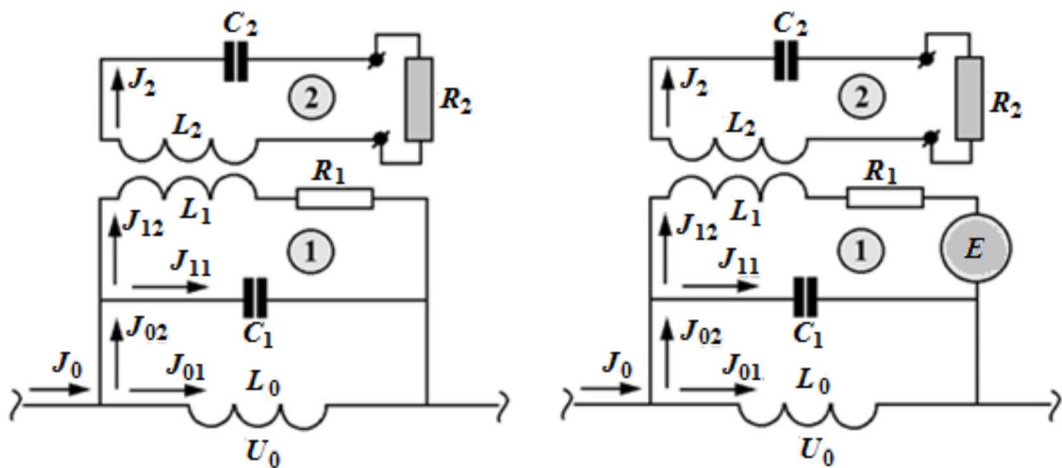
Активна енергія - це та енергія, яка насправді перетворюється в роботу (або стає теплом). Це та енергія, яку машини фактично використовують беручи її з мережі і вимірюється у кВт·год. Для прикладу розглянемо роботу електричної плити, освітлення, телевізора, побутової техніки та ін. Реактивна енергія - це інша невидима енергія, що затрачається для практичного використання, вона вимірюється в кВАр·год (кіловольт-ампер реактивний на годину).

представлена гідравлічна схема насосної станції.



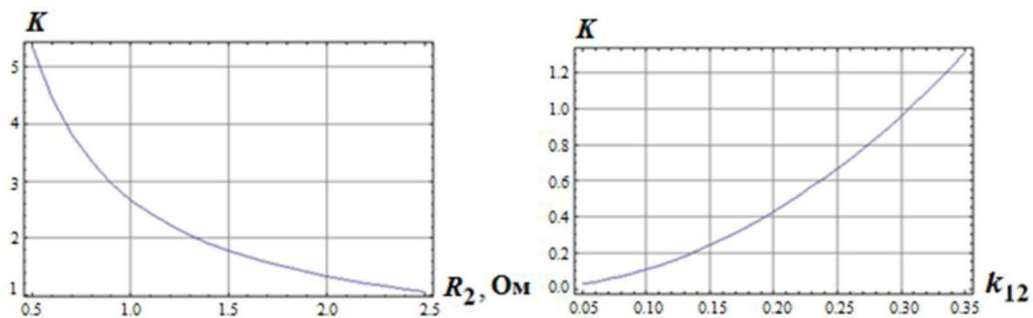
Малюнок 3.1- Гідравлічна схема насосної станції

Промислові насосні станції, в залежності від їх потужності, мають не менше двох насосних агрегатів, що працюють за схемою «один працює, один у резерві». Під час виникнення аварійних ситуацій обидва насоса працюють паралельно. Якщо насосних агрегатів є більше, то застосовується така ж схема. Тобто, насоси працюють паралельно а один є у резерві. На мал. 3.1



Малюнок 3. 2 - Схеми заміщення резонансного перетворювача реактивної потужності в активну: а – схема без стороннього джерела напруги; б – схема із включенням стороннього джерела напруги E

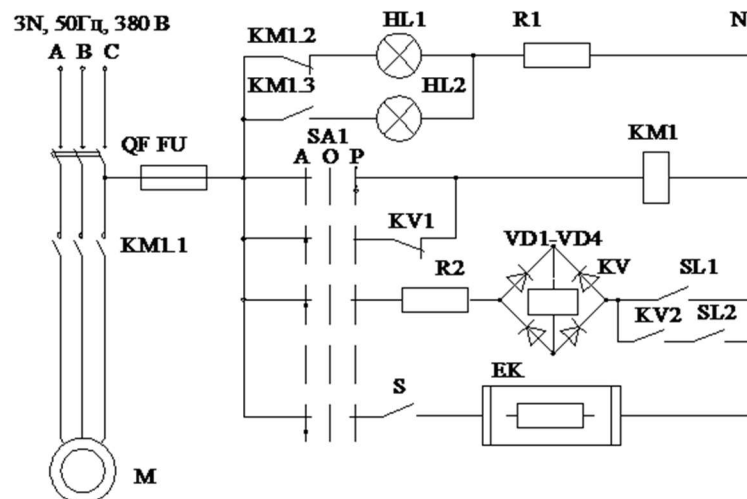
Розглянемо графіки залежностей на мал.3.3, з яких можна зробити висновок про велику імовірність ефективної роботи перетворювача реактивної потужності в активну, як підсилювача електричної потужності. З графіка на мал. 3.3а можна



Малюнок 3.3 - Коефіцієнт перетворення реактивної потужності в активну запропонованої моделі перетворювача: а – залежність від опору навантаження, ; б – залежність від рівня електромагнітного зв'язку між контурами, Ом

зробити висновок, що коли реальний рівень електромагнітного зв'язку між контурами $k=0.1$, а величина активного навантаження $R < 1.5$ Ом, то коефіцієнт трансформації досягає $K > 1$. такий же висновок можна зробити із графіка на рис. 5, б.

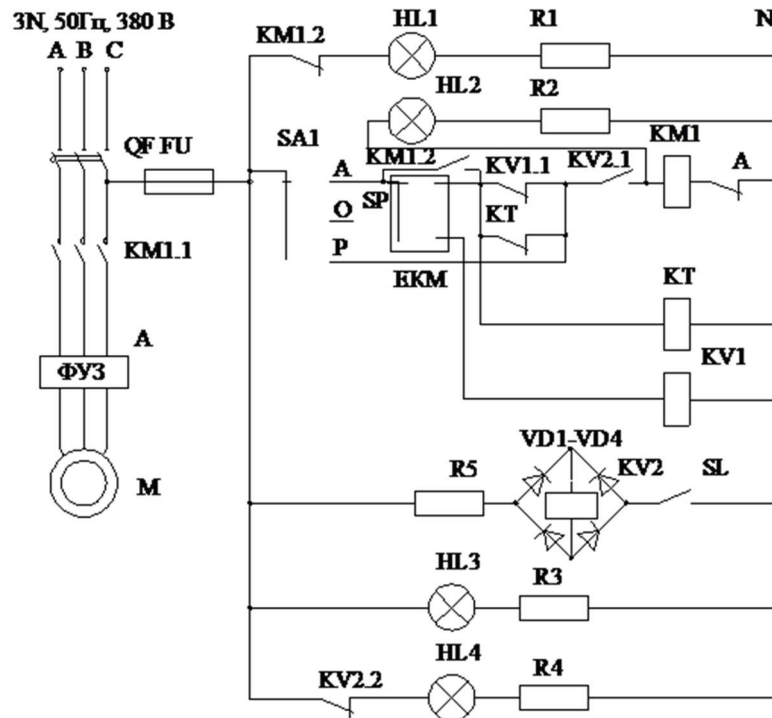
При досить низькоомному навантаженні $R_2=2.5$ Ом і рівні електромагнітного зв'язку $k_{12}>0.3$ коефіцієнт трансформації буде більший одиниці. Така оцінка в сумі дозволяє стверджувати, що дана схема перетворювача дозволяє отримувати на виході більшу активну потужність при належному виборі її параметрів. Можна припустити, що в запропонованій моделі перетворювача необхідну амплітуду напруги стороннього джерела можна визначити, зміною її величини аж до отримання нульового значення величини струму на виході з джерел реактивної потужності. Розглядаючи схему з додатковим джерелом напруги можна зробити висновок про те, що при правильних налаштуваннях стороннього джерела енергії можна на 100 % виключити негативний вплив електромагнітних процесів на вихідну напругу перетворювача і струм джерела реактивної потужності. Розрахунки моделі, що облаштована за схемою з додатковим джерелом напруги, показують її практичну дієвість та економічну ефективність процесу перетворення реактивної потужності в активну.



Малюнок 3.4 - Принципова електрична схема керування водонасосною установкою по рівню води в башті (станція керування ПЕТ).

При роботі в автоматичному режимі під час зниження тиску, коли водорозбір проходить при непрацюючому насосі, у манометрі SP рухомий стрілочний контакт буде переміщатися до нерухомого контакту 1, який відповідає за включення насоса при встановленому тиску P1, і при його

торканні магнітний пускач КМ запустить електродвигун насоса, а контактами КМ2 стане в режим самоблокування.



Малюнок 3.5 - Принципова електрична схема керування електронасосним агрегатом по тиску води в напірному трубопроводі.

Включення насосного агрегату сповістить лампа HL2. У момент пуску насосного агрегату в напірному трубопроводі виникає миттєве збільшення тиску. Рухомий контакт манометра SP може короткочасно контактувати з контактом 2, реле KV1 розімкне свої контакти котушки пускача КМ, але пускач не відключиться, тому що живлення його котушки здійснюється через контакти реле часу КТ. Після розгону насосного агрегату і стабілізації тиску реле часу розімкне свої контакти КТ. При підйомі води в напірному баці до встановленого рівня, який буде відповідати тиску відключення P2, рухомий контакт манометра SP замкне контакт 2, отримає живлення котушка реле KV1, і при розмикаючі контактів KV1.1, відключить магнітний пускач КМ електродвигуна насоса. При зниженні рівня води в напірному баку тиск зменшиться і контакт SP знову замкне контакт 1. Робота схеми повториться.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Стан охорони праці на підприємстві

Стан охорони праці та техніка безпеки на виробництві включає: загальні вимоги безпеки при використанні машинно-тракторного парку та при його комплектуванні, а також безпеку при виконанні роботи на механізованих сортувальних майданчиках.

В підприємстві до роботи допускають лише технічно справні машини і знаряддя, які повністю відповідають вимогам безпеки. Найбільш поширеним в оцінці безпеки є безпосередній огляд, випробовування та вимірювання параметрів. Під час оцінки безпеки техніки дотримуються такої черговості огляду: обстежують робоче місце й оцінюють його відповідність вимогам стандартів та інших норм і правил; визначають і фіксують наявність і характер небезпечних виробничих факторів, включаючи й ті, що можуть виникнути в процесі роботи в аварійних та інших травмонебезпечних ситуаціях; для кожного виробничого небезпечного фактора визначають умови за яких він може діяти на людину.

Комплектує та обслуговує обладнання та техніку кваліфікований робітник, при потребі за допомогою допоміжних робітників під контролем механіка. До роботи на агрегат допускаються фізично здорові, навчені за спеціальністю та проінструктовані працівники. На місце роботи агрегату не допускають сторонніх осіб, які не мають відношення до технологічного процесу з метою усунення травматизму.

Показник частоти травматизму ($P_{ч.}$) характеризує кількість травм, що припадає на 1000 працюючих за певний період і розраховується за формулою:

$$P_{ч.} = P_1 : 1000$$

(4.1)

де, P_1 - кількість потерпілих, чол.

$P_p.$ - середньоспискова кількість працюючих, чол.

Показник тяжкості травматизму (P_m) характеризує середню тривалість тимчасової непрацездатності потерпілих за формулою:

$$P_m = \frac{D_n}{P_q} \quad (4.2)$$

де, D_n - кількість людино-днів непрацездатності у всіх потерпілих за звітний період;

P_q - кількість потерпілих з втратою працездатності без врахування загиблих, чол.

Показник втрат робочого часу на 1000 робітників за визначений період більш повно характеризує стан травматизму в підприємстві. Він визначається за формулою:

$$P_n = P_q \cdot P_m = \frac{D_n}{P_p} \cdot 1000 \quad (4.3)$$

З проведених розрахунків ми бачимо, що найвищим показник втрат робочого часу був у 2022 році, і становив 1991, тоді, як у 2020 році він був найнижчий.

Загальні матеріальні затрати по травматизму можна визначити підсумовуючи всі затрати, а саме: виплати за листами непрацездатності; вартість зіпсованого обладнання; інструменту і т.д.; вартість зруйнованих будівель та споруд; пенсія, призначена потерпілому внаслідок травми і т.д.

Особливо важливим при охороні праці є планування заходів з охорони праці та їх фінансування. До заходів щодо поліпшення умов безпеки праці належать всі види діяльності, спрямовані на попередження, нейтралізацію або зменшення негативної дії шкідливих та небезпечних виробничих факторів на працівників. До показників ефективності заходів щодо поліпшення умов праці належать:

Таблиця 4.1 - Основні показники з охорони праці

Показники	Умовні позна- чення	Рік		
		2020	2021	2022
Середньоспискове число працюючих, чол.	$P_p.$	226	242	214
Фактично витрачено на одного працюючого, грн.	$A_{ф.}$	8	6	6,4
на спецодяг	$Z_{сп.}$	2	4	3,4
Протипожежні	$B_n.$	6	2	3
Спецхарчування	$Z_{сц.}$			
Кількість нещасних випадків	T	1	-	-
Кількість днів непрацездатності	$D_n.$	450	386	215
Показник частоти травматизму	$П_ч.$	64		
Показник втрат робочого часу	$П_о.$	1991	1595	1005

- зміни стану умов праці (зміна кількості засобів виробництва приведена у відповідність до вимог стандартів безпеки праці);
- поліпшення санітарно-гігієнічних показників;
- покращення психофізіологічних показників;
- зменшення фізичних та нервово-психічних навантажень, у тому числі монотонних умов праці;
- покращення естетичних показників;
- раціональне компонування робочих місць та упорядкування робочих приміщень на території;
- соціальні результати заходів (збільшення кількості робочих місць, що відповідають нормативним вимогам);
- зниження рівня виробничого травматизму;

- зменшення кількості випадків професійної захворюваності і т.д.;
- економічні результати заходів щодо поліпшення умов праці виражаються у вигляді економії за рахунок зменшення збитків внаслідок аварій, нещасних випадків та професійних захворювань в економіці в цілому та на кожному підприємстві.

У результаті реалізації заходів з охорони праці створюється певний соціальний та економічний ефект, який виражається з одного боку підвищенням продуктивності праці, збільшенні обсягу випуску продукції за рахунок повного використання номінального фонду робочого часу та основних виробничих фондів, а з іншого – зниження матеріальних затрат внаслідок травматизму та захворювань за рахунок зниження оплати листків непрацездатності. Загальні матеріальні витрати визначають як суму матеріальних наслідків травматизму та матеріальних наслідків захворювань.

Розмір виплати за листками непрацездатності у результаті отриманих травм визначають як добуток середньої вартості листа непрацездатності за день на кількість робочих днів втрачених внаслідок нещасних випадків. Вартість виробленої продукції в результаті нещасних випадків визначають за формулою:

$$P = B_{\text{д.}} \cdot \Pi_{\text{р.дн.}} \quad (4.4)$$

де, $B_{\text{д.}}$ - середньоденна вартість виробітку працівника, грн.

$\Pi_{\text{р.дн.}}$ - кількість робочих днів, втрачених в результаті травм.

Матеріальні витрати в результаті захворювань визначають за формулою:

$$P_{\text{н.}} = 0,25(Z_{\text{ср.}} + \Pi_{\text{р.дн.}} + B_{\text{д.}} \cdot \Pi_{\text{р.дн.}}) \quad (4.5)$$

де, 0,25 – коефіцієнт, який враховує питому вагу затрат праці пов'язаних з несприятливими умовами праці в загальній вартості втрат через захворювання;

$Z_{\text{ср.}}$ - середня оплата листків непрацездатності за день, грн.

$P_{p-дн.}$ - кількість робочих днів, втрачених в результаті захворювань, днів.

V_0 - середньорічна вартість виробітку одного працівника, грн.

4.2 Захист цивільного населення

Забезпечення захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій (НС) є одним з найважливіших завдань держави.

Актуальність проблеми забезпечення природно-техногенної безпеки населення і територій зумовлена тенденціями зростання втрат людей і шкоди територіям, що спричиняють небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами [5].

Основними завданнями захисту населення і територій під час НС є:

- розроблення і реалізація нормативно-правових актів, додержання державних технічних норм та стандартів з питань забезпечення захисту населення і територій від наслідків НС;
- розроблення та забезпечення заходів щодо запобігання виникненню НС;
- збирання та аналітичне опрацювання соціально-економічних наслідків НС, визначення на основі прогнозу потреби в силах, матеріально-технічних і фінансових ресурсах;
- створення, раціональне збереження і використання для запобігання НС та реагування на них;
- здійснення державної експертизи, нагляду і контролю в галузі захисту населення і території від НС;
- оповіщення населення про загрозу та виникнення НС і своєчасне та достовірне інформування його про наявну обстановку і вжиті заходи;
- організація захисту населення (персоналу) та надання безкоштовної медичної допомоги;

- здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалого населення;
- розроблення та забезпечення цільових і науково-технічних програм, спрямованих на запобігання НС та забезпечення сталого функціонування підприємства;
- реалізація визначених законодавством прав населення в галузі захисту від НС, у тому числі осіб, які брали безпосередньо участь в їх ліквідації;

Серед способів захисту населення й НС є медичний огляд. Це завдання органи охорони здоров'я та медичні служби вирішують шляхом проведення комплексу організаційних, лікувально-профілактичних, лікувально-евакуаційних, санітарно-гігієнічних і проти епідеміологічних заходів.

5. ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГООЩАДНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Розрахунок економічної ефективності включає такі основні пункти:

- термін окупності капіталовкладень;
- та економічна ефективність від застосування.

Проводимо розрахунок вартості електроенергії за рік за формулою 6.1.

$$E_H = W_{\text{доб}} \cdot n_{\text{роб}} \cdot C_e, \quad (6.1.)$$

де $W_{\text{доб}}$ – затрати електроенергії за зміну, кВт.;

$n_{\text{роб}}$ – річна кількість робочих змін;

C_e – вартість 1 кВт · год електроенергії.

$$E_H = 103 \cdot 350 \cdot 0.45 = 8,826 \text{ тис. грн.}$$

Амортизаційні відрахування на обладнання будуть становити[15]:

$$A_{\text{обл}} = B_{\text{обл}} \cdot k_1, \quad (6.2.)$$

де $B_{\text{обл}}$ – вартість обладнання, тис. грн.;

k_1 – коефіцієнт амортизаційних відрахувань.

$$B_{\text{обл}} = \sum_{i=1}^m b_{\text{обл}} \cdot n_i, \quad (6.3.)$$

де $b_{\text{обл}}$ – вартість одиниці обладнання i -ї марки, тис. грн.;

n_i – кількість обладнання i -ї марки.

Вартість обладнання за ціннісним станом на 01.01.2022 року буде становити 1598 тис. грн.

$$k_1 = \frac{1}{T_{\text{екс.о}}}, \quad (6.4.)$$

де $T_{\text{екс.о}}$ – строк експлуатації обладнання, років.

$$k_1 = \frac{1}{15} = 0.07$$

Отже,

$$A_{обл} = 1598000 \cdot 0,07 = 111860 \text{ грн.}$$

Затрати на монтаж обладнання визначаються за формулою [16]:

$$M_{обл} = 0,2 \cdot A_{обл}, \quad (6.5.)$$

$$M_{обл} = 0,2 \cdot 1598000 = 319600 \text{ грн.}$$

Затрати на обслуговування обладнання розраховуємо за формулою [15]:

$$T_{обслуг.2} = 0,14 \cdot A_{обл}, \quad (6.6.)$$

$$T_{обслуг.2} = 0,14 \times 1598000 = 223720 \text{ грн.}$$

Розрахунок непрямих затрат здійснюємо за формулою [15]:

$$Z_{непр} = Z_{пр} \cdot (k_{заг.цех} + k_{заг.вир.}), \quad (6.7.)$$

де $k_{заг. цеху}$ – коефіцієнт, що враховує загальні витрати згідно рекомендацій приймаємо $k_{заг.} = 0,25$ [16];

$k_{заг.вир.}$ – коефіцієнт, що враховує загальнопромислові витрати. Приймаємо $k_{заг.вир} = 0,15$ [16].

Отже,

$$Z_{непр} = 2141320 \cdot (0,25 + 0,15) = 223720 \text{ тис.грн.}$$

Собівартість води за рік визначається за формулою [15]:

$$C_{сир} = \sum_{i=1}^m (C_{кг.i} \cdot m_i) \cdot n_p, \quad (6.8.)$$

де $C_{кг.i}$ – собівартість 1 м³ води, грн;

m_i – денна потреба, м³;

n_p – річна кількість робочих змін.

Отже,

$$C_{сир} = (18,2 \cdot 12,4) \cdot 700 = 157976 \text{ грн.}$$

Підставивши розрахункові значення у формулу 5.1., одержимо:

$$C = 1598000 + 111860 + 319600 + 223720 + 223720 + 157976 = 2634876 \text{ грн.}$$

Собівартість 1 м^3 води визначаємо за формулою [15]:

$$C_u = \frac{C}{W_u \cdot n_p} = \frac{C}{W_p}, \quad (6.9.)$$

де W_u – змінна витрата, $\text{м}^3/\text{зм}$.

Отже,

$$C_u = \frac{2634876}{18,2 \cdot 700} = 20,6 \text{ грн.}$$

Прибуток розраховуємо за формулою [15]:

$$E_p = K_{zp} \cdot C, \quad (6.10.)$$

де K_{zp} – грошові надходження, тис. грн.

$$K_{zp} = W_p \cdot \Pi, \quad (6.11.)$$

де W_p – річний обсяг споживаної води

Π – середня ціна 1 м^3 води, грн.

Отже,

$$K_{zp} = 1400000 \cdot \left(\frac{12,4 + 15,7}{2} \right) = 1967 \text{ тис. грн.}$$

Підставивши одержане значення будемо мати:

$$E_p = 1967000 - 399600 = 399600 \text{ грн.}$$

Термін окупності проектної системи водопостачання за формулою [15]:

$$T = \frac{K_{\text{кан}}}{E_p}, \quad (6.12)$$

Підставивши одержане значення у формулу 6.12. одержимо:

$$T = \frac{2634876}{399600} = 6,62 \text{ року}$$

Висновок: запропонована технологічна схема реконструкції системи водопостачання прогнозує річний прибуток підприємству у сумі 399,6 тис. грн. при рівні рентабельності 12 % і терміну окупності 6,62 роки.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.

Аналізуючи розрахунки зроблені у кваліфікаційній роботі можна зробити наступні висновки і висунути такі пропозиції. Система водопостачання, що розглядалася у роботі потребує значного оновлення. Стан обладнання на потребує часткової модернізації, капремонту, а деякі елементи системи потребують заміни. Зношені лінії водогону, трубопроводи і запірні арматури потребують оновлення. Модернізація системи водопостачання дозволить виділити певну кількість води для забезпечення водою населення, яке користується водопроводом і при цьому отримувати прибуток. Важливим етапом проектування у є зменшення прямих затрат на виробництво основної продукції, необхідно вдосконалити систему електроживлення водозабору.

Впровадження у виробництво розрахунків кваліфікаційної роботи забезпечить окупності капіталовкладень протягом 6,65 років.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Білявський Г.О., Фурдуг Р.С. Основи загальної екології. К.: Агропромвидав; 2015. 386 с.
2. Гідравліка: Навчально – методичний комплекс. Навчально – методичний посібник / В.І. Дуганець, І.М. Бендера, В.А. Дідур та ін. / За ред. В.І. Дуганець, І.М. Бендера, В.А. Дідур. Кам'янець – Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013. 572 с.
3. Гідравліка. Загальний курс: Підручник / Б.Ф. Левицький, Н.П. Лещій. Львів: Світ, 1994. 264 с.
4. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник/ Ю.А. Буренніков, І.А. Немировський, Л.Г. Козлов. Вінниця: ВНТУ, 2013. 273с. Греник Г.М., Лехман С.Ф., Бутко Д.А Охорона праці. К.: Урожай; 2007. 272 с.
5. Дипломне та курсове проектування / Д.Г.Войтюк, О.В.Дацишин, В.С.Колісник та ін.; За ред. О.В.Дацишина.- К.: Урожай, 1996. 192 с.
6. ДСТУ 3008-95 Документація, звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. К.: Держстандарт України, 1995. 275 с.
7. Жуковский С.С., Лабай В.Й. Системи енергопостачання і забезпечення мікроклімату будинків та споруд: Навчальний посібник для ВЗО. Львів: Астрономо-геодезичне товариство, 2000. 259 с.
8. Левицький Б.Ф., Лещій Н.П. Гідравліка. Львів: Світ, 2004. 216 с.
9. Мельниченко Д.Ю., Лаврентьев М.В., Горелкін А.В. Гідравліка, гідросилові установки і основи сільськогосподарського водопостачання. Київ: Урожай 2006. 275 с.
10. Дідур В.А., Журавель Д.П., Палішкін М.А. та ін. Гідравліка. Підручник. Стереотипне видання, Одеса: Олді+, 2020. 624 с.
11. Холоменюк М.В., Ткачук А.В., Онопрієнко Д.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Навчальний посібник. Стереотипне видання, Одеса: Олді+, 2019. 356 с.
12. Проектування і розрахунок опалення житлових будинків. Методичні поради / С.В.Синій. Луцьк: ЛДТУ, 1999.- 52 с.
13. Рогалевич Ю.П. Гідравліка. Київ: Вища школа, 2003. 238 с.
14. ДБН 2.04.05.-98. Опалення, вентиляція та кондиціонування .К.; Вища школа, 1998. 64 с.
15. ДБН 2.01.01.-82. Будівельна геофізика. К.: Вща школа, 1989. 136с.
16. ДБН 360.92 “Водопостачання. Зовнішні мережі”. К.: Вща школа, 1989. 196с.

