

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ

ВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Рівень вищої освіти – перший «бакалаврський» рівень

на тему: «Система водопостачання адміністративного приміщення з удосконаленням електричної системи контролю та регулювання подачі води.»

Виконав: студент групи Ен-22сп

Спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва)

Воробей Андрій Романович

(підпис)

(прізвище, ім'я, по-батькові)

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

(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.

“ _____ ” _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту

Воробей Андрій Романович

1. Тема роботи: *Система водопостачання адміністративного приміщення з удосконаленням електричної системи контролю та регулювання подачі води.*”

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

Затверджена наказом по університету від 30.12.2022 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 довкілля.

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>	30.12.22		

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

ор.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Від мітка про вико- нання
	<i>Написання першого розділу</i>	<i>17.01.23- 01.02.23</i>	
	<i>Виконання другого розділу</i>	<i>02.02.23.- 25.02.23</i>	
	<i>Виконання третього розділу та розробка листів конструктивної частини</i>	<i>26.02.23.- 20.03.23.</i>	
	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>21.03.23.- 24.04.23</i>	
	<i>Розрахунок економічної ефективності запропонованого удосконалення та розробка листа «Економічна ефективність»</i>	<i>25.04.23- 15.05.23</i>	
	<i>Завершення оформлення розрахунково- пояснювальної записки та аркушів презентаційної частини</i>	<i>16.05.23- 30.05.23</i>	

Студент _____ А.Воробей
(підпис)

Керівник роботи _____ М. Михалюк
(підпис)

Система водопостачання адміністративного приміщення з удосконаленням електричної системи контролю та регулювання подачі води. Воробей Андрій Романович. Кваліфікаційна робота. Кафедра енергетики. Дубляни, ЛНУП. 2023р. 43ст. текст. част., рис.19, табл.22., 20 джерел.

Дана коротка характеристика системи водопостачання адміністративного приміщення. Обсяги споживання енергоносіїв та зокрема системою водопостачання. Розраховано основні параметри системи водопостачання та здійснено вибір обладнання, а також проведено розрахунок часу нагріву води та параметрів нагрівних елементів.

Розглянуто існуючі системи гарячого водопостачання промислових підприємств, принцип роботи і технічний огляд, підібрана оптимальна схема водозабезпечення. Розроблено питання охорони праці та екологічної безпеки виробництва. Впровадження проекту в виробництво матиме строк окупності 70 місяців.

УДК 628.075.8

Система водопостачання адміністративного приміщення з удосконаленням електричної системи контролю та регулювання подачі води.

Воробей Андрій Романович. Кваліфікаційна робота. Кафедра енергетики. Дубляни, ЛНУП. 2023р. 38ст. текст. част., рис.19, табл.22., 20 джерел.

Дана коротка характеристика системи водопостачання адміністративного приміщення. Обсяги споживання енергоносіїв та зокрема системою водопостачання. Розраховано основні параметри системи водопостачання та здійснено вибір обладнання, а також проведено розрахунок часу нагріву води та параметрів нагрівних елементів. Розглянуто існуючі системи гарячого водопостачання промислових підприємств, принцип роботи і технічний огляд, підібрана оптимальна схема водозабезпечення.

Розроблено питання охорони праці.

Впровадження проекту в виробництво матиме строк окупності 70 місяців.

Зміст	стор.
Вступ	
1 Характеристика адміністративної будівлі.....	7
1.1 Техніко-економічне обґрунтування проведення реконструкції	7
1.2 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи	9
2 Розрахунок системи внутрішнього водопроводу будівлі	10
2.1 Системи внутрішнього водопроводу	10
2.2 Розрахунок витрати води на ділянках водопровідної мережі	12
2.3 Гідравлічний розрахунок мережі холодного водопроводу	13
2.4 Розрахунок та вибір лічильника води	14
2.5 Визначення необхідного напору в мережі	16
3 Розрахунок параметрів гідромашин	18
3.1 Розрахунок робочих характеристик насосної установки	18
3.2 Побудова характеристики трубопроводу і визначення робочої точки насоса	20
3.3 Способи монтажу насосних станцій для підвищення тиску	22
3.4 Системи очищення води	23
3.5 Робота системи керування насосами	25
3.6 Система захисту насосів від сухого ходу	25
4. Охорона праці	27
4.1 Електробезпека в приміщенні	27
4.2 Розрахунок освітлення	28
4.3 Розрахунок захисту від блискавки	30

4.4 Охорона праці при використанні водних ресурсів 32

5. Розрахунок техніко – економічних показників

системи водопостачання 33

Висновки та пропозиції

Бібліографічний список

ВСТУП

Вода - це життя. Без неї ми не можемо існувати. Ми потребуємо води для пиття, їжі, гігієни, роботи і відпочинку. Але не всю воду можна використовувати для наших потреб. Багато води на Землі - солоні або забруднені. Тому ми повинні шукати і зберігати чисту і свіжу воду для себе і нащадків. Коли ми будуємо систему водопостачання, то маємо знайти добре джерело води. Від цього залежить, як буде працювати наша система, скільки грошей ми витратимо на неї і яким буде стан нашого здоров'я і навколишнього середовища. Водопостачання - це коли ми розподіляємо воду між різними людьми і місцями, яким вона потрібна. Наприклад, мешканцям міста, фабрикам, фермам і т.д. Джерело водопостачання повинно задовольняти декілька умов: 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. Де ми можемо знайти таке джерело? Всі природні джерела води можна поділити на два види: а) поверхневі джерела – це річки, озера, ставки; б) підземні джерела - це колодязі і свердловини. Поверхнева вода - це та, яку ми бачимо на поверхні землі. Вона легко доступна, але часто брудна або забруднена. Наприклад, річкова вода може мати багато бактерій або кольору через органічні речовини. Озерна вода може бути прозорою і чистою, але теж може страждати від забруднення. Якщо хочете пити таку воду, то треба її очистити. Поверхнева вода також залежить від погоди. Якщо йде дощ або тане сніг, то поверхнева вода стає багатшою і каламутнішою. Якщо не йде дощ довго, то поверхнева вода стає меншою і солонішою. Прикладом поверхневого джерела є Дніпро - найбільша річка України. Вона дає воду для багатьох мешканців і промисловостей нашої країни.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ.

У роботі розрахована система холодного водопостачання адміністративного приміщення.

Будинок обладнаний водопроводом, централізованим гарячим водопостачанням та каналізацією. Загальна норма витрати води найбільшого водоспоживання $q_U^{tot} = 300$ л/добу.

Адміністративна будівля обладнана:

1. Душова кабіна, ДСТУ 18297-96.
2. Мийка з сифоном, ДСТУ 23695-94.
3. Унітаз із змивним бачком і косим випуском, ДСТУ 3049.3-96.
4. Умивальник керамічний 550x420 мм з сифоном, ДСТУ 3049.3-96.

Загальна кількість приладів 4 шт.

1. 1 Техніко-економічне обґрунтування проведення реконструкції

Рік будівництва – 1988. Системи водопостачання і каналізації з часу здачі в експлуатацію не мінялися. Реконструкція не проводилася. Після проведеного огляду виявили ряд проблем, які на пряму впливають на експлуатацією цих систем:

1. Недостатній напір води у системі водопостачання;
2. Якість води не відповідає вимогам СНіП.
3. Підтікання в з'єднаннях і змішувачах;
4. Відсутність ізоляції стояків і пошкодження ізоляції водопровідних магістралей;
5. Система підготовки води не працює;
6. Засміченість у системі каналізації.

В результаті проведення реконструкції будівлі передбачається перепланування горища і облаштування там спортивно-оздоровчої кімнати.

Запропоновані варіанти рішень.

1. Брак напору можна ліквідувати за рахунок:

- підвищення тиску на вводі в будівлю;
- встановленням насосної установки для підвищення тиску.

З точки зору економічної ефективності більш реальний 2 варіант, бо при першому варіанті необхідно затратити значно більші кошти.

2. Витоки в з'єднаннях і системах водопідготовки:

- повторна зварка з'єднань, або часткова заміна трубопроводів, заміна прокладок в системах водопідготовки;
- заміна металевих труб на пластикові.

3. Облаштування системи очистки води у підвальному приміщенні будівлі.

Другий варіант є більш трудомістким, але технічно є ефективнішим за перший, він дозволяє знизити ймовірність виникнення проблем такого роду за рахунок проведених заходів.

4. Порушення ізоляції водопровідних стояків і магістралей:

- заміна ізоляції на нову ;
- проведення ремонту ізоляції в місцях пошкодження.

При заміні мережі на нову більш ефективно є замінювати ізоляцію.

5. Застарілі системи водопідготовки:

- заміна систем водопідготовки

6. Засмічення каналізації:

- облаштування «ревізій» в проблемних місця;
- заміна системи каналізації.

При заміні системи каналізації з чавунних труб, на полімерну ми отримуємо менше їх заростання з часом.

Такі рішення, щодо реконструкції систем водопостачання та водовідведення є найбільш раціональними.

З метою проведення реконструкції необхідно:

- встановити систему підвищення тиску;
- облаштувати систему очистки води в підвальному приміщенні.
- замінити трубопроводи стояків та вводу від стояків до санітарних приладів на металополімерні.
- замінити системи водопідготовки в санвузлах.
- провести ізоляцію трубопроводів.
- замінити трубопроводи системи каналізації.

1.2 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.

Результати аналізу роботи систем водопостачання та водовідведення в будівлі для забезпечення комфортних умов проживання вказують на те, що на розрахунок за спожиту воду витрачається значна сума грошових коштів. пропонується провести реконструкцію локальної системи водопостачання та водовідведення для безперебійного забезпечення мешканців будинку водою. Очікуваним результатом проведених робіт по реконструкції систем водопостачання та водовідведення є зменшення суми витрат за спожиту воду для санітарно-гігієнічних потреб та поливу. Тема кваліфікаційної роботи: " Система водопостачання з удосконаленням електричної системи контролю та регулювання подачі води ".

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ВОДОПРОВОДУ БУДІВЛІ

Розрахунок внутрішнього водопроводу передбачає визначення оптимальних параметрів трубопроводу, таких як діаметр труб, швидкість потоку, втрати тиску та інші характеристики. Основні кроки для проведення розрахунку внутрішнього водопроводу наступні: Спочатку необхідно встановити вимоги до системи водопостачання, такі як максимальний об'єм води, який потрібно постачати, і мінімальний тиск, необхідний для задоволення вимог споживачів. Враховуючи тип води, що буде перекачуватися, та умови експлуатації, вибирають відповідні матеріали для труб та фітингів. Наприклад, для питної води можуть використовуватися поліетиленові, мідні або сталеві труби.

Визначення діаметра трубопроводу: Виходячи з потужності системи та потрібної швидкості потоку, визначається оптимальний діаметр трубопроводу. Швидкість потоку зазвичай рекомендується в межах 0,6-2,5 м/с, щоб забезпечити ефективну роботу системи та уникнути зайвих втрат тиску. Розрахунок втрат тиску проводять враховуючи довжину трубопроводу, діаметр труб, тип фітингів та інші фактори, розраховують загальні втрати тиску в системі. Це включає гідростатичні втрати, тертя вздовж труб, втрати в фітингах та інші гідравлічні опори.

Перевірка вимог до тиску полягає у тому, що розрахований тиск в будь-якій точці системи відповідає вимогам споживачів.

2.1 Системи внутрішнього водопроводу

Система господарсько-питного водопостачання призначена для обслуговування $U = 12$ чоловік, що працюють в будинку, і подач води до $N = 14$ приладам.

Визначення необхідного напору в точці підключення внутрішнього водопроводу до мережі по формулі

$$\begin{aligned} H^c &= 10 + 4(n - 1), \\ H^c &= 10 + 4(4 - 1) = 22 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Гарантований напір мережі міського водопроводу в місці підключення введення 22 м. Теоретично маємо систему при якій гарантований напір в зовнішній мережі забезпечить нормальну роботу внутрішнього водопроводу, тобто подачу води до найвищої водорозбірної точки. Реальний напір не відповідає розрахунковому, що свідчить про присутність явища «заростання» трубопроводів.

До складу внутрішнього водопроводу входить: введення, водомірний вузол, водопровідна мережа і запірна арматура. В нашому випадку була запроєктована мережа водопостачання з нижньою розводкою магістралей.

Ввід облаштований в торцевій частині будівлі зі стандартним ухилом 0,05 відносно мережі міського водопроводу, аби мати можливість випуску з нього води при спорожненні. Введення облаштоване з використанням сталевих труб діаметром 65мм. У місці приєднання до зовнішньої мережі водопроводу облаштований колодязь із запірною арматурою. У підвалі будівлі встановлений водомірний вузол з обвідною лінією на висоті 1 м від підлоги підвалу. До складу водомірного вузла входить лічильник води, запірна арматура, контрольний спусковий кран, з'єднання фасонних частин і патрубків з сталевих труб.

На вводі встановлений лічильник води ВСХ – 10. Тип лічильника прийняли без розрахунку. Центральна магістраль облаштовується нижче стелі підвалу на 0,3 м з ухилом 0,002 у бік введення, для забезпечення можливості випуску води при проведенні ремонтних робіт на мережі.

До магістральної лінії приєднані стояки, а від них йде розводка труб до водорозбірної арматури. Врізка до санітехнічних приладів облаштовується на

відстані 0,3 м від підлоги і вертикальними трубопроводами з'єднується з водорозбірною арматурою. Внутрішня водопровідна мережа облаштована із сталевих водогазопровідних труб. Центральний трубопровід і підведення до стояків, які розташовані в у підвалі, ізолюють пресованою базальтовою ватою, що убезпечує від утворення конденсату. У якості водорозбірної арматури використані змішувачі, будівля забезпечена системою гарячого водопостачання. Для управління потоком води мережа водопостачання облаштована запірною арматурою. Засувки діаметром $d=50$ мм встановлені у водомірному вузлі. Вентилі - на відгалуженнях магістральної лінії кожного стояка, та на вводі в кожну квартиру.

2.2 Розрахунок витрати води на ділянках водопровідної мережі

Для проведення розрахунків використовуємо аксонометричну схему системи водопостачання на якій виділимо розрахункову лінію напорі від місця приєднання введення до мережі міського водопроводу до самого найвіддаленішого водорозбірного приладу. Розрахункові точки позначені в місцях відгалуження трубопроводів, там, де є зміна витрати. Норми витрати води, залежно від ступеня впорядкування будівлі зведені в таблицю 2.1.

Розрахункові витрати на ділянках водопровідної мережі, л/с,

$$q^c = 5 \cdot q_o^c \cdot \alpha, \quad (2.2)$$

де q_o^c – секундна витрата холодної води приладом, л/с;

α – величина, що залежить від загального числа

приладів N на розрахунковій ділянці і вірогідності їх дії

Таблиця 2.1 - Вихідні дані для розрахунку мережі холодного водопостачання

Водоспоживачі	Кількість	Кількість приладів N, шт.	Норма витрати води, л						Витрата води приладом, л/с		
			у добу найбільшого водоспоживання			під час найбільшого водоспоживання			загальний q_c^{tot}	холодної	гарячої
			загальна	холодної	гарячої	загальна	холодної	гарячої			
Нежитлові з водопроводом, каналізацією, центральним гарячим водопостачанням	2	4	300	80	20	5,6	1,6	0	0,3	,2	,2

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{3600 \cdot q_0^c \cdot N} \quad (2.3)$$

де $q_{hr,u}^c$ – норма витрати холодної води, споживачем в годину максимального водоспоживання;

U – загальне число працівників адміністративної будівлі, чол;

N – кількість приладів, шт;

Тоді:

$$P^c = \frac{5,5 \cdot 120}{3600 \cdot 0,3 \cdot 96} = 0,01$$

Розрахунок проводимо для кожної ділянки.

Ділянка 1–2

Кількість водорозбірних приладів 4 шт., тоді

$$P^c \cdot N = 0.01 \cdot 4 = 0,04 \Rightarrow \alpha = 0,256$$

$$q_{1-2}^c = 5 \cdot 0.2 \cdot 0.256 = 0.256$$

Ділянка 3–4

Кількість приладів 8 шт., тоді

$$P^c \cdot N = 0.01 \cdot 8 = 0.08 \Rightarrow \alpha = 0.318$$

$$q_{3-4}^c = 5 \cdot 0.2 \cdot 0.318 = 0.318$$

Аналогічний розрахунок витрати води для решти ділянок мережі.

Розрахунок зведений в таблицю 2.2

2.3. Гідравлічний розрахунок мережі холодного водопроводу

Відповідно до вимог Сніп 2.04.01–08* діаметри трубопроводів для систем внутрішнього водопроводу вибираються з урахуванням максимального використання гарантованого напору води зі зовнішньої водогінної мережі. Слід враховувати швидкості руху води в трубопроводах. Оптимальне значення швидкості приймається: $v = 0,8 - 1,2$ м/с.

Таблиця 2.1 - Гідравлічний розрахунок мережі холодного водопроводу.

ділянка	$q^c = 5 \cdot q_0^c \cdot \alpha$	l	d	V	i	h_i	k_i	H_i^{tot}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	0,255	4,6	20	0,76	0,102	0,49	0,3	0,62
2-3	0,255	2,6	20	0,76	0,102	0,29	0,3	0,35
3-4	0,318	2,6	20	0,95	0,151	0,42	0,3	0,53
4-5	0,368	2,6	20	1,01	0,208	0,55	0,3	0,73
5-6	0,412	3,7	20	1,11	0,240	0,85	0,3	1,1
6-7	0,551	3,7	25	0,95	0,113	0,41	0,3	0,52
7-8	0,664	6,4	25	1,19	0,164	1,04	0,3	1,33
8-ВД	0,949	2,5	32	0,97	0,075	0,21	0,3	0,26
ВД-ввод	0,950	18,4	65	0,24	0,003	0,06	0,3	0,07
								$\sum H_i^{tot} = 5,53$

Розрахункові значення витрати і швидкості руху рідини необхідні для вибору діаметр трубопроводів d , втрат напору та уточнення швидкості v , руху рідини..

Втрати напору на ділянках трубопроводу H_l^{tot} , м:

$$H_l^{tot} = i \cdot l \cdot (1 + K_l), \quad (2,4)$$

де l – довжина розрахункової ділянки, м;

K_l – коефіцієнт, що враховує втрати напору на місцевих опорах. У мережах господарсько-питного водопроводу житлових і суспільних будівель $K_l = 0,3$. Розрахунок зводимо в таблицю 2.1.

2.4. Розрахунок та вибір лічильника води

Для обліку води на вводі встановлюють лічильник. Лічильник води вибирається з розрахунку середньо годинної витрати, яка не повинна перевищувати експлуатаційну витрату. Середня годинна витрата води q_T^c , за добу максимального водоспоживання визначається по формулі:

$$q_T^c = \frac{q_u^c \cdot U}{1000 \cdot T}, \quad (2.5)$$

де q_u^c – норма витрати холодної води споживачем в добу в час

найбільшого водоспоживання, л;

U – кількість споживачів в будівлі, чол.;

T – розрахунковий час споживання води, год (у житловій будівлі $T=24$ год).

Лічильник необхідно перевірити на пропуск максимальної (розрахункові) витрати q^n , л/с, згідно Сніп 2.04.01–08, при якій втрати напору не повинні перевищувати 5 м. Втрати напору h_w , визначаються по формулі

$$h_{\omega} = S \cdot (q^c)^2, \quad (2.6)$$

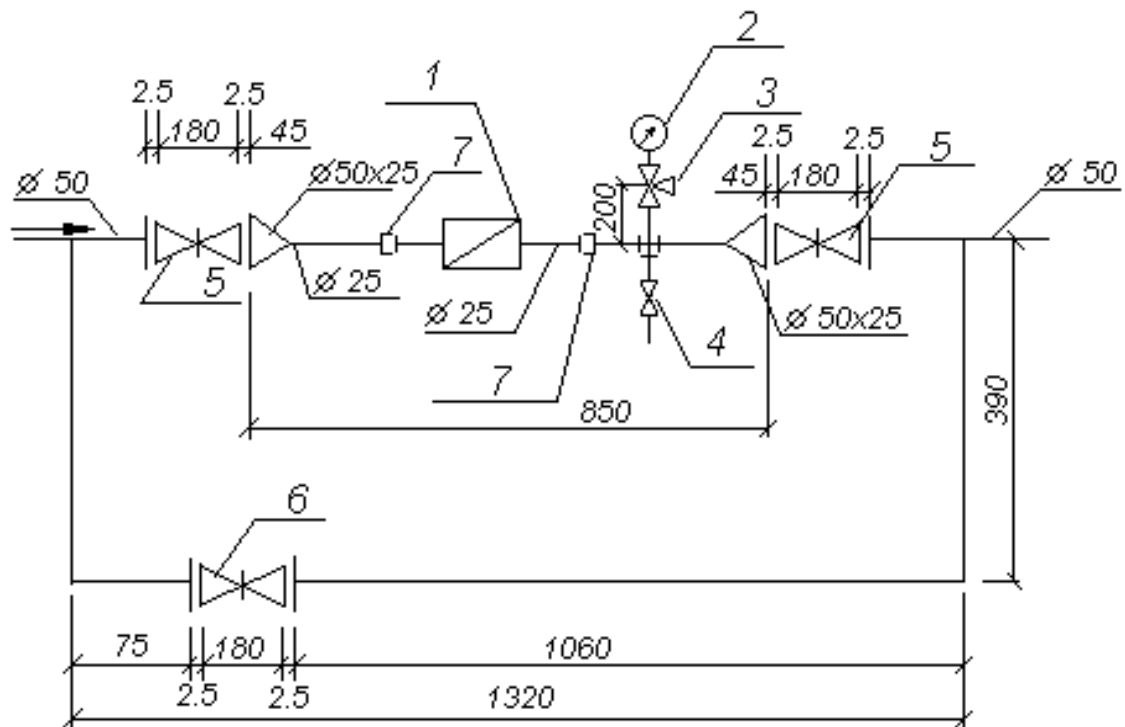
де S – гідравлічний опір лічильника, м/(л/с)

$$h_{\omega} = 14,5 \cdot (0,948)^2 = 13,03 \text{ м} > 5 \text{ м}$$

Оскільки $h_{\omega} > 5 \text{ м}$, то приймаємо лічильник води з діаметром умовного проходу 20мм з гідравлічним опором $s=518$.

$$\text{Тоді } h_{\omega} = 5,18 \cdot (0,948)^2 = 4,66 < 5 \text{ м}$$

На вводі встановлюється лічильник холодної води ВСХ – 20 з діаметром умовного проходу $d_y = 20 \text{ мм}$. Водомірний вузол з лічильником води ВСХ-20 з установчими розмірами представлений на мал. 2.1.



Мал. 2.1 - Водомірний вузол. 1 – лічильник ВСХ-20; 2 – манометр; 3 – триходовий кран; 4 – контрольно–спусковий кран; 5 – засувка; 6 – опломбована засувка; 7 – згон з муфтою.

2.5. Визначення необхідного напору в мережі

Необхідний напір H_r^c , в місці приєднання вводу до зовнішнього водопроводу визначається по формулі

$$H_r^c = H_{\text{ггг}} + \sum H_l^{\text{tot}} + h_{\omega} + H_f, \quad (2.7)$$

де $H_{\text{ггг}}$ – геометрична висота підйому води, це різниця

значень відміток диктуючого водорозбірного приладу Z_1 і Z_2 осі

трубопроводу в місці приєднання вводу до міського

водопроводу:

$$H_{\text{ггг}} = Z_1 - Z_2 = 84,10 - 70,80 = 13,3 \text{ м};$$

$\sum H_l^{\text{tot}}$ – сума втрат напору по довжині і на місцеві опори;

h_{ω} – втрати напору в лічильнику води, м;

H_f – вільний напір, у точці встановлення диктуючого водорозбірного приладу.

$$H_r^c = 13,3 + 5,527 + 4,66 + 3 = 26,487 \text{ м}$$

Для душової kabіни $H_f = 3 \text{ м}$

Необхідний напір $H_r^c = 26,487 \text{ м}$ менше гарантованого напору в зовнішній мережі водопроводу $H_q = 34 \text{ м}$. Отже, застосовуємо просту систему з установкою підвищення тиску.

Втрати напору визначаються по заданим діаметрам та витратам на ділянках водопровідної мережі при двох режимах роботи мережі (до пожежі та під час пожежі) за формулою:

$$h_{\text{діл.і}} = \frac{A_i \cdot l_{\text{діл.і}} \cdot q_{\text{діл.і}}^2}{10^6}, \text{ м} \quad (2.8)$$

де A_i - питомий опір трубопроводу;

$l_{\text{діл.}i}$ - довжина м;

$q_{\text{діл.}i}$ - витрата води на ділянці, л/с.

Загальні втрати напору у водопровідній мережі:

$$h_m = 1,05 \cdot \frac{\sum_{i=1}^k h_i}{k}, \text{ м}, \quad (2.9)$$

де 1,05 – коефіцієнт, що враховує втрати напору в місцевих опорах;

$h_i = \sum h_{\text{діл.}i}$ - втрати напору в одному з напрямків руху води від точки

водорозбору до диктуючої точки, м;

$h_{\text{діл.}i}$ - втрати напору на ділянках, від точки водоспоживання мережі до диктуючої точки, м;

$\sum_{i=1}^k h_i$ - сума втрат напору мережі до диктуючої точки, м;

k – кількість можливих напрямків руху води.

$$h_m = 1,05 \cdot \frac{29,761}{2} = 15,62, \text{ м}.$$

3. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ГІДРОМАШИН

При виборі насосної установки для підвищення тиску води варто враховувати кілька факторів.

Вимоги до тиску: Спочатку необхідно визначити величину потрібного тиску, необхідного в системі. Це залежить від конкретних потреб і вимог закладених у проектній документації. Наприклад, у деяких випадках може бути необхідно підвищити тиск на велику висоту або подолати опір в системі.

Витрата і швидкість потоку: Розраховуються об'єм води, який необхідно перекачати, і швидкість потоку, яка визначена СНіП. Це допоможе визначити пропускну здатність насосної установки, що потрібна для задоволення потреби в водопостачанні.

Властивості рідини: необхідно врахувати властивості рідини - температуру, в'язкість, наявність твердих часток або агресивних речовин. Ці показники можуть впливати на вибір матеріалу корпусу, ущільнень і конструкції насосної установки.

Питання енергоефективності при виборі насосної установки є головними, з точки зору економічної ефективності проекту. Деякі типи насосів можуть бути більш ефективними за інші, що дозволяє знизити витрати на електроенергію і оптимізувати роботу системи. Важливо мати можливість отримати технічну підтримку, сервіс та запасні частини в разі потреби, тому необхідно приділити увагу надійності виробника насосної установки та його репутації.

3.1 Розрахунок робочих характеристик насосної установки

Подача насоса Q_n , розраховується за формулою

$$Q_n = \frac{T_d}{3600 \cdot T} \cdot Q_{A-B}, \quad (3.1)$$

де Q_{A-B} – сумарна витрата води від водозабору до РЧВ, м³/с.

$$Q_H = \frac{86400}{3600 \cdot 13} \cdot 0,047 = 0,087 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Розрахунок необхідного напору насоса H_H , м:

$$H_H = H_\Gamma + h_w^{A-B}, \quad (3.2)$$

де H_z – висота подачі води, м.

$$H_z = Z_{z\bar{o}} - Z_\epsilon, \quad (3.3)$$

де $Z_{z\bar{o}}$ – висота вільної поверхні води водонапірній башті при умові максимального заповнення, м;

Z_ϵ – висота вільної поверхні води у свердловині м.

$$Z_{z\bar{o}} = Z_B + H_B + h_p, \quad (3.4)$$

$$H_H = Z_B + H_B + h_p + h_w^{A-B} - Z_\epsilon. \quad (3.5)$$

$$H_H = 45,9 + 1,28 = 47,18 \text{ м.}$$

$$H_\Gamma = 181,1 - 135,2 = 45,9 \text{ м.}$$

$$Z_{\Gamma\bar{o}} = 162,4 + 14,139 + 4,56 = 181,1 \text{ м.}$$

Отже, $H_H = 162,4 + 14,139 + 4,56 + 1,28 - 135,2 = 47,18 \text{ м.}$

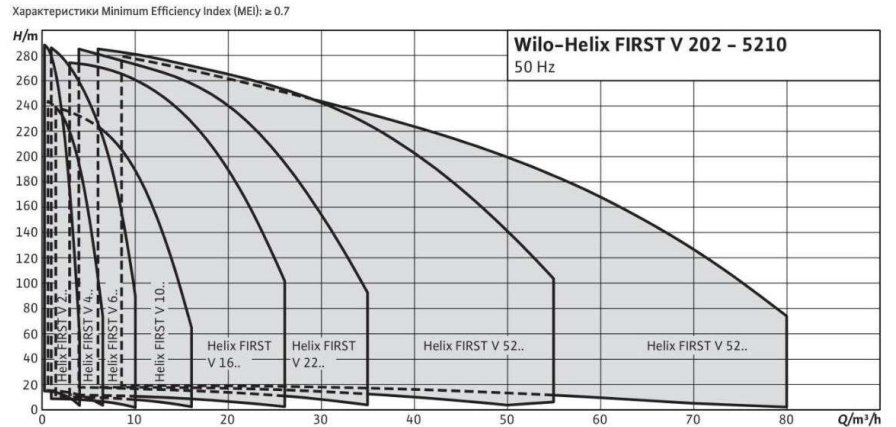
Розрахункова потужність насосної установки N_H , (Вт):

$$N_H = \frac{\rho \cdot g \cdot H_H \cdot Q_H}{\eta}, \quad (3.6)$$

де ρ - густина води, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$;

η - ккд насоса, $\eta = 0,6 \dots 0,7$.

$$N_H = \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 47,18 \cdot 0,087}{0,65} = 6,1 \text{ кВт}$$



Мал. 3.1 – Насосна установка для підвищення тиску Vilo - Helix First V202 та її характеристика

За розрахунковими значеннями потужності N_n , витрати Q_n і напору H_n вибираємо тип і марку насосного агрегату із каталогів.

Марка насоса – **Vilo - Helix First V202-5/16/E/S/400-50**, високоефективний відцентровий трифазний нормальновсмоктуючий багатоступінчастий насос у лінійному виконанні. Призначений для водопостачання та підвищення тиску в комунальній енергетиці, широко застосовується також в пожежогасінні. Робочі колеса виготовлені з нержавіючої сталі, максимальний робочий тиск до 25 бар. Приєднання до трубопроводу – різьбові. Також відмінною особливістю є зручна компактна конструкція для технічного обслуговування.

параметри: $\eta=0,91$, $H=12$ м, $N=0,75$ кВт, $n=2800$ об/хв,

$D=405$ мм, $Q=9$ л/с.

Розрахунок проводився з умовою мінімального споживання води. Для забезпечення безперебійної роботи системи водопостачання в час «пік» та у випадку виникнення пожежі пропонуємо встановити насосний блок, який складається з трьох насосних агрегатів вибраного нами типу.

3.2 Побудова характеристики трубопроводу і визначення робочої точки насоса

Для вибраного насоса будують графік його робочих характеристик (рис.3.2).

$$H = f(Q), N = f(Q) \text{ і } \eta = f(Q).$$

На графік наносять характеристику трубопроводу розрахованого за рівнянням:

$$H_T = H_z + h_w^{A-B}. \quad (3.7)$$

На ділянці А-Б, в основному, тільки лінійні втрати напору, тоді рівняння (3.6) запишемо у вигляді:

$$H_T = H_z + A \cdot L_{A-B} \cdot Q^2. \quad (3.8)$$

Для різних значення витрати Q розраховують (3.7), декілька значень H_T .

$$H_{T1} = 45.9 + 2.638 \cdot 210 \cdot (100 \cdot 10^{-3}) = 51.4\text{м.}$$

$$H_{T2} = 45.9 + 2.638 \cdot 210 \cdot (80 \cdot 10^{-3}) = 49,4\text{м.}$$

$$H_{T3} = 45.9 + 2.638 \cdot 210 \cdot (60 \cdot 10^{-3}) = 47,9\text{м.}$$

На графік робочих характеристик насоса наносять криву $H_T = f(Q)$. Точка Р перетину кривих $H_T = f(Q)$ і $H_n = f(Q)$ має назву робоча точкою насоса. Використовуючи значенням Q_P можна визначити потужність, напір і к.к.д. насоса для розрахованої водогінної мережі.

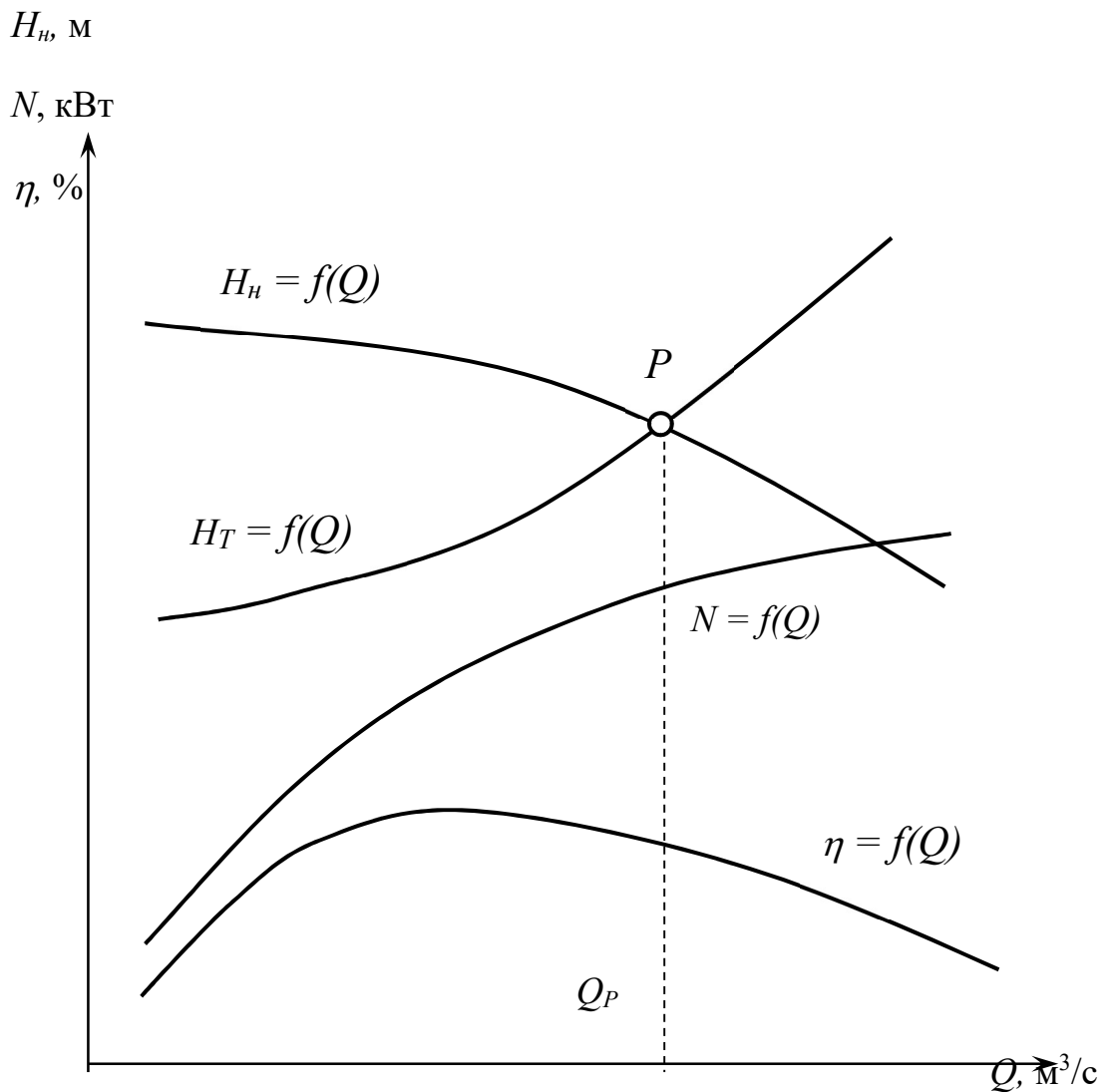


Рис. 3.3 - Характеристики відцентрового насоса

3.3 Способи монтажу насосних станцій для підвищення тиску.

Існує кілька способів монтажу насосів для підвищення тиску. Основний спосіб залежить від типу насосу та вимог конкретної ситуації. Паралельний монтаж. Цей метод використовується, коли потрібно підвищити загальний тиск, додаючи кілька насосів паралельно. У такому випадку всі насоси працюють одночасно, надаючи спільний вихідний тиск. Для досягнення паралельного монтажу необхідно забезпечити належне підключення всіх насосів до водопроводу та системи керування.

Послідовний монтаж. Цей метод застосовується, коли потрібно підвищити тиск, по чергово підключаючи кілька насосів. Вода пропускається через насоси один за одним, підвищуючи тиск на кожному етапі. Цей метод особливо корисний, коли наявність великого тиску від одного насоса недостатня, але потрібно підвищити тиск безпосередньо перед подачею в систему.

Монтаж з резервними насосами. Цей метод передбачає наявність резервних насосів, які автоматично включаються при відмові основних насосів або при потребі додаткового тиску. Резервні насоси зазвичай встановлюються паралельно або послідовно з основними насосами та підключаються до системи автоматичного керування, щоб вони могли запускатися і вимикатися за потреби.

Використання насосів з великим коефіцієнтом підвищення тиску: Іноді, замість встановлення кількох насосів, можна використовувати один насос з великим коефіцієнтом підвищення.

Основна схема монтажу насосів для підвищення тиску включає наступні елементи, джерело води: Це може бути водопровідна мережа або резервуар з водою. Первинний насос: Це насос, що підключається до вихідного джерела води. Він відповідає за підвищення тиску до певного рівня. Резервний насос (опціонально): Якщо необхідно, можна встановити резервний насос, який автоматично включатиметься в разі відмови основного насоса або при потребі додаткового тиску. Розширювальний бак: Цей елемент допомагає зберігати і регулювати тиск у системі. Він забезпечує компенсацію змін тиску під час роботи насосів і запобігає зайвому навантаженню на насоси. Клапани та вентиля використовуються для керування потоком води та забезпечення безпечного функціонування системи. Вони можуть включати запірні клапани, клапани зворотного потоку та регулюючі вентиля. Манометри встановлюються для вимірювання тиску у системі і моніторингу його змін. Керуюча система призначена для автоматичного керування насосами. Вона може бути використана як пристрій керування на базі датчика тиску або як програмований контролер. Вона забезпечує автоматичне включення та вимикання насосів, регулювання тиску та координацію роботи насосів. Ці елементи можуть бути

збудовані в залежності від конкретної ситуації та вимог системи підвищення тиску.



Малюнок 3.4 –Схема монтажу насосної системи підвищення тиску

3.4 Системи очищення води

Системи очищення води є важливими пристроями для забезпечення безпечного та питного водопостачання. Ці системи використовуються для видалення забруднень, токсичних речовин, мікроорганізмів та інших шкідливих речовин з води. Робота системи очищення води зазвичай включає наступні етапи:

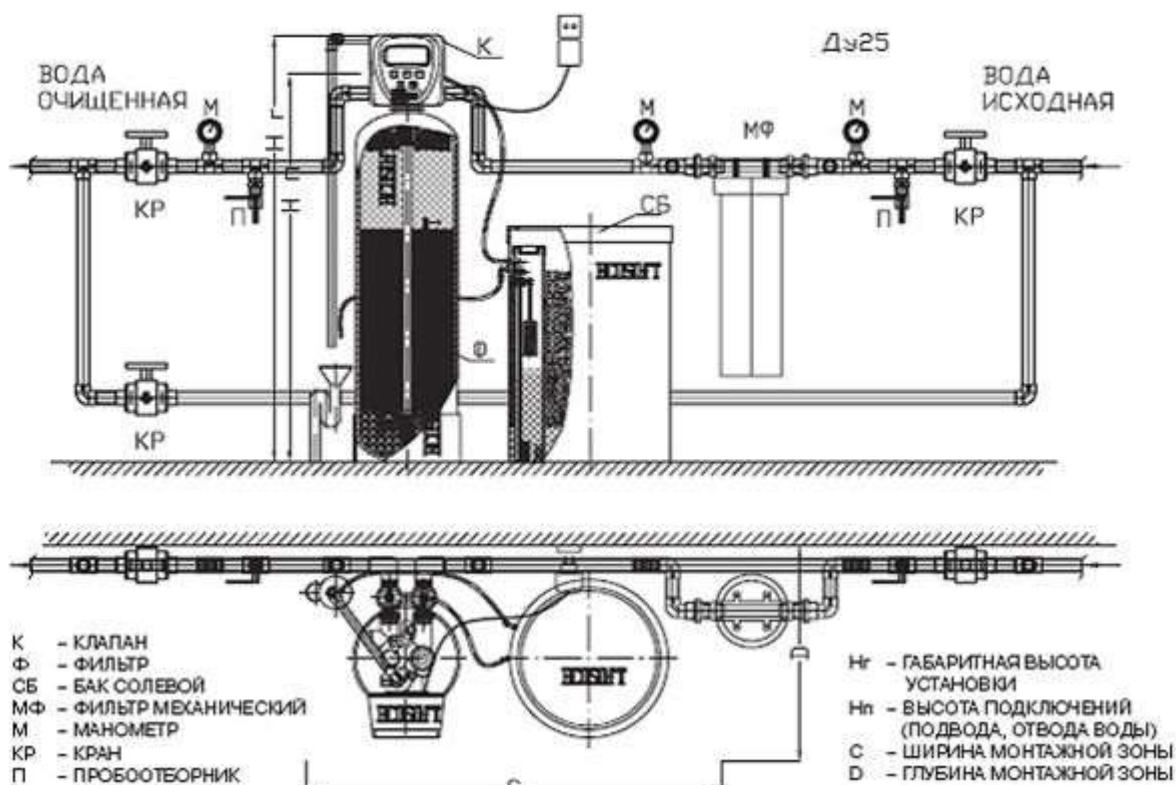
Перший етап. Вода проходить через фільтри або решітки, які видаляють великі тверді частки, такі як пісок, гравій або листя. Це допомагає запобігти ушкодженню більш чутливих компонентів системи очищення.

Другий етап, коагуляція та флокуляція. Деякі системи очищення використовують хімічні речовини, такі як алюміній або залізо сульфат, для додавання до води. Ці речовини сприяють згортанню забруднень, утворюючи більші частки, відомі як флоки. Флоки легше видалити з води.

Третій етап, відстійник. Вода та флоки потрапляють в відстійник, де вони розділяються. Флоки опускаються на дно відстійника, утворюючи осад, який потім видаляється.

Четвертий етап фільтрація. Після відстійника вода проходить через фільтри, що допомагають видалити залишкові частки, бактерії, віруси та інші мікроорганізми. Фільтри можуть бути зроблені з різних матеріалів, таких як пісок, вугілля, антрацит або мембрани, залежно від типу системи очищення.

П'ятий етап дезінфекція. Деякі системи очищення води використовують процес дезінфекції, щоб вбити залишкові бактерії, віруси та інше.



Малюнок 3.5 – Схема системи очищення води

3.5 Робота системи керування насосами

Робота системи керування насосами в трубопровідній системі має на меті забезпечення ефективного функціонування насосів з мінімальними втратами та оптимальним розподілом напору. Система керування насосами

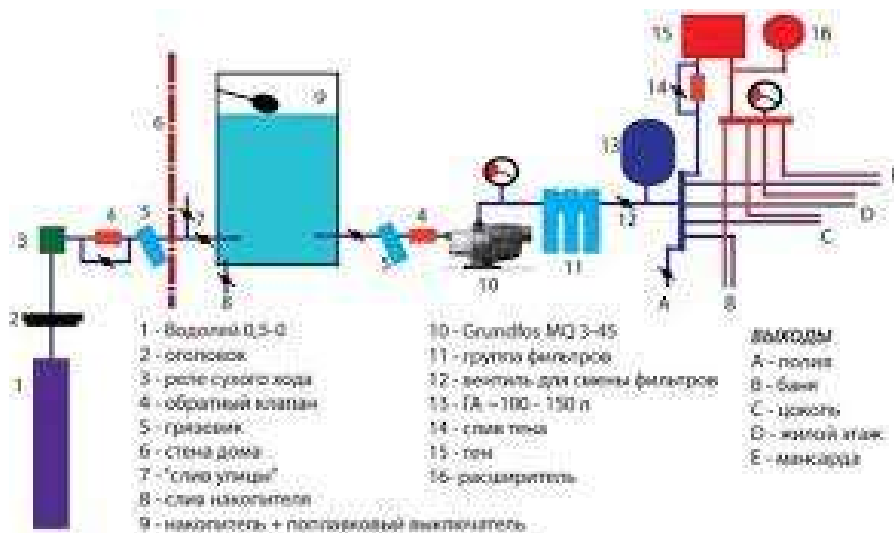
зазвичай використовується для підтримання потрібного тиску або рівня рідини в системі, а також для забезпечення стабільної роботи процесу. Основні функції системи керування насосами включають: Регулювання режиму роботи насосів. Система керування може автоматично включати або вимикати насоси в залежності від потреб системи. Наприклад, якщо рівень рідини знижується. Регулювання тиску. Система керування насосами може моніторити рівень тиску в трубопроводі та відрегулювати роботу насосів для підтримки необхідного тиску в системі. Це дозволяє забезпечити постійний тиск у різних точках системи навіть при змінних умовах споживання. Регулювання потоку: Система керування може контролювати швидкість обертання насосів або кількість насосів, які працюють одночасно, для регулювання потоку робочої рідини в системі. Це дозволяє забезпечити потрібний рівень потоку для задоволення вимог системи. Захист насосів: Система керування може включати захисні функції для насосів, такі як захист від перевантаження, захист від недостатнього напору або захист від аварійних ситуацій. Це допомагає запобігти пошкодженню насосів та зберегти їх ресурс та надійність. Енергоефективність: Система керування може оптимізувати роботу насосів для забезпечення максимальної енергоефективності. Це може включати використання регуляторів швидкості, оптимального розподілу навантаження між насосами та інші стратегії керування.

3.6 Системи захисту насосів від сухого ходу

Сухий хід насоса (тобто робота насоса без рідини) може призводити до серйозних пошкоджень насоса, зниження ефективності та витрати на ремонт. Саме тому важливо мати систему захисту насосів від сухого ходу. Ці системи включають датчики рідини. Система може бути обладнана датчиками рідини, які виявляють наявність робочої рідини в насосі або в окремому резервуарі. Якщо рідина не виявляється, система автоматично вимикає насос або переходить в режим захисту. Датчики тиску. Датчики тиску можуть бути встановлені в системі для моніторингу рівня тиску. Якщо тиск в системі знижується до певного

порогового значення, що свідчить про відсутність робочої рідини, система автоматично вимикає насос. Реле перевантаження. Реле перевантаження використовується для моніторингу електричного струму, який споживає насос. Якщо струм перевищує задане значення, це може свідчити про сухий хід насоса. Реле перевантаження вимикає живлення насоса, щоб запобігти його пошкодженню.

Сучасні автоматичні контролери можуть мати вбудовану функцію захисту від сухого ходу. Вони поєднують в собі різні датчики та алгоритми для моніторингу рівня рідини, тиску, струму тощо. У разі виявлення сухого ходу, контролер припиняє роботу насоса та відображає відповідні помилки на панелі керування.



Малюнок 3.6 Схема захисту від сухого ходу

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Електробезпека в приміщенні

Для надійної електробезпеки приміщенні необхідно розрахувати заземлення. Для розрахунку заземлення задаються слідуючи ми умовами.

Грунт на місці мийки земля садова, кліматична зона №3. Додатково в якості заземлення використовувати природне заземлення фундаменту, з опором розтікання 9 Ом, уматеріал заземлювачів кутник №36 довжиною 20 м. Верхні кінці вертикальних кутників вкопані на глину 0,7 м і приварені до горизонтального електрода з такої ж сталі.

Приймаємо необхідне по ПУЕ (правила установки електрообладнання) допустимий опір заземлюю чою пристрою $R_{зл} = 0,4$ Ом.

Рекомендуючий для розрахунків опір землі у місці споруди заземлення, для землі садової $\rho = 50$ Ом·м [8].

Підвищуючий коефіцієнт для кліматичної зони №3 приймаємо $K_r = 2,2$ [8], для горизонтальних електродів при глибині залягання 0,8 м, і $K_v = 1,5$ для вертикальних елетродів довжиною від 2 до 3 м при глибині залягання верхівок 0,5...0,8 м.

Розрахунковий питомий опір ґрунту:

– для горизонтального

$$\rho_{роз.г} = K_r \cdot \rho. \quad (4.1)$$

$$\rho_{роз.г} = 2,2 \cdot 50 = 110 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

– для вертикального

$$\rho_{роз.в} = K_v \cdot \rho. \quad (4.2)$$

$$\rho_{роз.в} = 1,5 \cdot 50 = 75 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Визначаємо опір розтікання одного вертикального електроду кутник №36, довжиною 2,5 м, глибиною занурення 0,7 м нижче рівня землі відповідно літератури [8]

$$R_{o.v.e.} = \frac{\rho_{роз.в}}{2\pi L} \left(\ln \frac{2L}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4t + L}{4t - L} \right), \quad (4.3)$$

де $d=0,95 \cdot b$, b - ширина кутника $b = 3,6$ мм

$t = \frac{1}{2}L + 0,7$, L - довжини кутники, $L = 2,5$ м.

$$d = 0,95 \cdot 0,036 = 0,342 \text{ м}$$

$$t = \frac{1}{2} \cdot 2,5 + 0,7 = 1,95 \text{ м}$$

$$R_{o.v.e.} = \frac{75}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,0342} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,95 + 2,5}{4 \cdot 1,95 - 2,5} \right) = 25,35 \text{ Ом.}$$

Визначаємо приблизне число вертикальних заземлювачів при попередньо прийнятому коефіцієнті $K_{н.в} = 0,58$ [8].

$$n = \frac{R_{o.v.e.}}{K_{н.в} \cdot R_n},$$

де R_n опір природного заземлювача, $R_n = 4$ Ом.

$$n = \frac{25,35}{0,58 \cdot 4} = 10,9 \text{ шт}$$

Визначаємо коефіцієнт розтікання горизонтального електроду (кутник №36) приварених до верхівок кінців вертикальних електродів.

При коефіцієнті використання горизонтального електроду $K_{г.з.с.} = 0,74$ [8]

$$R_{r.e} = \frac{\rho_r}{K_{г.з.с.} \cdot 2\pi L} \ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t}. \quad (4.4)$$

$$R_{r.e} = \frac{110}{0,74 \cdot 23,14 \cdot 20} \ln \frac{2 \cdot 20^2}{0,036 \cdot 0,7} = 12,26 \text{ Ом.}$$

Уточнюємо необхідний опір вертикальних електродів з врахуванням провідності горизонтальних з'єднувальних електродів.

$$R_{в.е} = \frac{R_{o.z.e} \cdot R_n}{R_{o.z.e} - R_n} \quad (4.5)$$

$$R_{в.е} = \frac{12,26 \cdot 4}{12,26 - 4} = 5,94 \text{ Ом}$$

Тип	Коротка характеристика	Число ламп	Потуж., кВт	Напруга, В	Розміри, мм			ККД, %	Маса кг
					Довжина	Ширина	Висота		
ОД 2-80	Підвісний прямого світла, дифузійний повного відбиття	2	0,80	220	152	260	198	72	12

4.2 Розрахунок освітлення

Для освітлення вибираємо світильники типу ОД 2-80. параметри світильника заносимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 - Параметри світильника.

Розрахунок кількості світильників та місця їх розташування.

Розрахунок проводимо по методу коефіцієнта використання світлового потоку.

Приймаємо висоту підвісу світильника, $h_{nid} = 2,4 \text{ м.}$

Визначаємо відстань між світильниками в ряду:

$$L_a = \lambda_a \cdot h_{нид}, \quad (4.6)$$

де $\lambda_a = 2,6$ [4]

$$L_a = 2,6 \cdot 2,412 = 6,27 \text{ м}$$

Приймаємо $L_a = 6$ м [4]

Визначаємо число світильників в ряду

$$h_a = \frac{A}{L_a}, \quad (4.7)$$

де A – довжина приміщення, $A=24,04$ м

$$h_a = \frac{24,04}{6} = 4,006 \text{ шт.}$$

Приймаємо $h_a = 4$ шт.

Визначаємо кількість рядів світильників:

$$h_г = \frac{B}{L_г}, \quad (4.8)$$

де B – ширина приміщення, $B = 3,81$ м;

$L_г$ - відстань між світильниками, $L_г = 2$ м.

$$h_г = \frac{3,81}{2} = 1,9.$$

Приймаємо значення $h_г = 2$ ряди.

Визначаємо сумарну кількість світильників за формулою:

$$N = h_г \cdot h_a. \quad (4.9)$$

$$N = 2 \cdot 4 = 8 \text{ шт.}$$

За довідниковими даними вибираємо коефіцієнт запасу $K=1,5$ та коефіцієнт мінімальної освітленості $Z=1,1$ [4].

Розраховуємо світловий потік за формулою

$$\Phi = \frac{E_{min} \cdot K \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (4.10)$$

де E_{min} - мінімальна допустима освітленість, $E_{min} = 20$ лк; S - площа приміщення, $S=91,6$ м²; η - коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta=0,38$.

$$\Phi = \frac{20 \cdot 1,5 \cdot 91,6 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,38} = 994,34 \text{ лм.}$$

По довіднику вибираємо найближчу лампу по світловому потоку, який дещо перевищує розрахунковий.

Вибираємо лампу ЛБР 20 потужністю 20 Вт, номінальний світловий потік 1050 Лм.

Світловий потік прийнятої лампи повинен бути в таких межах

$$\Phi_d = (0,9 \dots 1,2) \Phi = (894,9 \dots 1193) \text{ лм}$$

Умова виконана. Лампа вибрана вірно.

4.3 Розрахунок захисту від блискавки

Для захисту від прямих ударів блискавки служать стержневі блискавковідводи. Стержневі блискавковідводи зазвичай застосовують для захисту зосереджених об'єктів.

Захисні властивості стержневого блискавковідводу (рис.5.1) характеризується зоною захисту, під якою розуміють простір навколо

блискавковідводу, де враження захисного об'єкта атмосферним розрядом малоімовірна

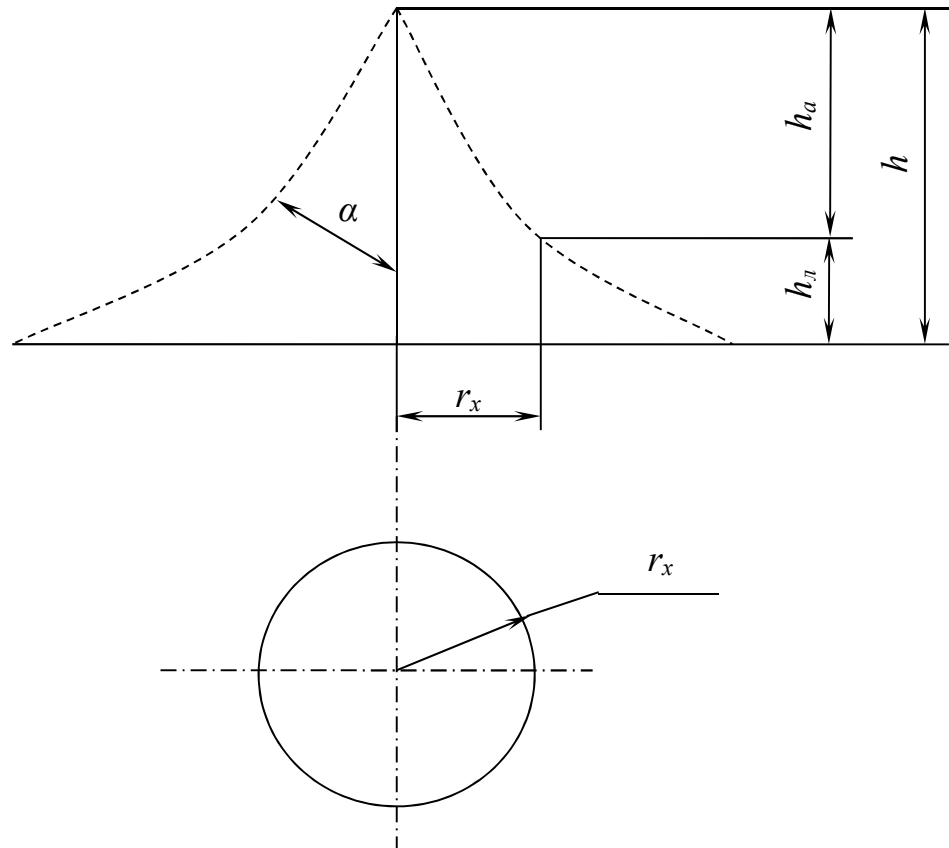


Рис 4.1 - Схема стержневого блискавковідводу.

Радіус захисту r_x одиночного стержневого блискавковідводу висотою не менше 30 м визначають по формулі

$$r_x = 1,6 \cdot h \frac{h - h_x}{h + h_x}, \quad (4.11)$$

де h - повна висота блискавковідводу, приймаємо $h = 10$ м; h_x - висота захисного об'єкта, $h_x = 4,01$ м.

$$r_x = 1,6 \cdot 10 \frac{10 - 4,01}{10 + 4,01} = 6,8 \text{ м}$$

Захисна дія одиночного блискавковідводу характеризується коефіцієнтом захисту K_L :

$$K_x = tg \alpha = \frac{r_x}{r_a}, \quad (4.12)$$

де r_a - активна висота блискавковідводу, $r_a = 5,99$ м.

4.4 Охорона праці при використанні водних ресурсів

Господарство споживає воду із свердловини глибиною 50 метрів. Вода накопичується в башті, ємність якої становить 150 м³ води. Закачується вона за допомогою заглибного насоса і по трубопроводу подається до споживачів. Дана вода відповідає всім санітарно-гігієнічним нормам і використовується як для споживання, так і для виробничих процесів в господарстві. Після використання вода очищується за допомогою спеціальних фільтрів і потім проходить оборотне водопостачання.

Вода - найбільш розповсюджена і найбільш важлива речовина на Землі.

Особливим видом забруднення гідросфери є теплове забруднення, яке спричинене спуском у водойми теплих вод. Величезна кількість тепла, що надходить з нагрітими водами в озеро, істотно змінює їх термічний і біологічний режим.

Рівень очистки води в підприємстві досить низький. Існуючі очисні споруди навіть при біологічній очистці вилучають лише 10 – 40% неорганічних речовин і практично не вилучають самих важких металів.

В господарстві існує ряд способів очистки забруднених вод: хімічний, біологічний, механічний.

Метод механічного очищення полягає в хімічному вилученні із стічних вод нерозчинених домішок за допомогою фільтраційних установок.

Хімічний метод очищення ґрунтується на поверхні різноманітних хімічних реакцій, які нейтралізують шкідливі речовини.

У даному випадку для господарства повинні забезпечуватися такі вимоги: стоки та каналізація повинні відповідати встановленим вимогам санітарно-гігієнічних норм. Потрібно вчасно проводити дезінфекцію стоків від патогенних мікроорганізмів і гельмінтів перед внесенням його на поля.

Необхідно більше приділяти уваги охороні вод від забруднення, розробляти схеми комплексного використання і охорони вод.

5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Варіант 1. Маса теплообмінника по [2]

$$M = 2290 \text{ кг}; \quad \Delta P_{mp} = 4263 \text{ Па}; \quad \Delta P_{mmp} = 914 \text{ Па};$$

Щоб оцінити вартість апарату необхідно розрахувати масу теплообмінних труб.

$$M_{mp} = \pi d_{cp} \delta_{mp} L n \rho_{cm}; \quad (5.1)$$

де $\rho_{cm} = 7850 \text{ кг} / \text{м}^3$; по [1, с.529]

$$M_{mp} = 3,14 \cdot 0,023 \cdot 0,002 \cdot 4,0 \cdot 196 \cdot 7850 = 889 \text{ кг};$$

Частка маси труб від маси всього теплообмінника

$$c = (889 / 2290) 100\% = 38,3\%;$$

Ціна одиниці маси теплообмінника по [2] $\text{Ц}_{тр} = 9,9 \text{ грн/кг}$. Ціна теплообмінника

$$\text{Ц}_T = 2290 \cdot 9,9 = 29601 \text{ грн.}$$

Енергетичні витрати з урахуванням ККД насосної установки на прокачування гарячої рідини по трубах складе:

$$N_1 = \frac{\Delta P_{mp} G_1}{\eta \rho_1 1000} = \frac{4263 \cdot 3,333}{0,63 \cdot 844 \cdot 1000} = 0,0267 \text{ кВт}; \quad (5.2)$$

де $\eta = 0,63$ по практичних розрахунках [2].

Енергетичні витрати на прокачування холодної рідини по міжтрубному простору

$$N_2 = \frac{\Delta P_{\text{мтр}} G_2}{\eta \rho_2 1000} = \frac{914 \cdot 5,672}{0,63 \cdot 998 \cdot 1000} = 0,00825 \text{кВт}; \quad (5.3)$$

Приведені витрати складуть

$$P_{1m} = 0,3 \cdot C_m + (N_1 + N_2) \cdot C_{\text{кВт}} \cdot \tau; \quad (5.4)$$

де $\tau = 8000$ - час роботи насосів в році; $C_{\text{кВт}} = 0,45$ - вартість одного кіловата енергії, грн/кВт.

$$P_{1T} = 0,3 \cdot 0,45 + (0,0267 + 0,00825) \cdot 0,02 \cdot 8000 = 6,19$$

Варіант 2. Маса теплообмінника по [2]

$$M = 2290 \text{кг}; \quad \Delta P_{\text{мр}} = 1057 \text{Па}; \quad \Delta P_{\text{мтр}} = 794 \text{Па};$$

Щоб оцінити вартість апарату необхідно розрахувати масу теплообмінних труб (6.1).

$$M_{\text{мр}} = 3,14 \cdot 0,023 \cdot 0,002 \cdot 4,0 \cdot 206 \cdot 7850 = 935 \text{кг};$$

Частка маси труб від маси всього теплообмінника

$$c = (935 / 2290) 100\% = 40,8\%;$$

Ціна одиниці маси теплообмінника по [2] $C_{\text{тр}} = 9,75$ грн/кг. Ціна теплообмінника

$$C_T = 2290 \cdot 9,75 = 22327 \text{грн}$$

Енергетичні витрати з урахуванням ККД насосної установки на прокачування гарячої рідини по трубах складе (6.2):

$$N_1 = \frac{1057 \cdot 3,333}{0,63 \cdot 844 \cdot 1000} = 6,63 \cdot 10^{-3} \text{кВт};$$

де $\eta = 0,63$ по практичних розрахунках [2].

Енергетичні витрати на прокачування холодної рідини по міжтрубному простору (6.3)

$$N_2 = \frac{794 \cdot 5,672}{0,63 \cdot 998 \cdot 1000} = 7,16 \cdot 10^{-3} \text{ кВт};$$

Приведені витрати складуть (6.4)

$$N_2 = 0,3 \cdot 2233 + (6,63 \cdot 10^{-3} + 7,16 \cdot 10^{-3}) \cdot 0,45 \cdot 8000 = 15126 \text{ грн/рік}$$

Собівартість 1 м^3 води визначаємо за формулою:

$$C_{\text{ц}} = \frac{c}{W_{\text{ц}} \cdot n_p} = \frac{c}{W_p}, \quad (5.5)$$

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

Отже,
$$C_{\text{ц}} = \frac{1595,5}{5 \cdot 350} = 0,65 \text{ грн.}$$

Термін окупності запропонованої системи водопостачання за формулою:

$$T = \frac{K_{\text{кап}}}{E_p}, \quad (5.6)$$

Підставивши одержане значення у формулу 6.6 одержимо:

$$T = \frac{194,4}{0,36} = 70 \text{ місяців}$$

Таблиця 5.1 - Порівняльні техніко-економічні показники системи нагріву води

Найменування	Техніко-економічні показники	Варіант 1	Варіант 2
Діаметр теплообмінника	D, м	0,6	0,6
Довжина теплообмінника	L, м	4	4
Коефіцієнт теплопередачі	K Вт / (м ² К)	306,7	250,1
Площа теплообміну	F м ²	61	65
Маса	M, кг	2290	2290
Сумарні енергетичні витрати на прокачку	$N_1 + N_2$, кВт	0,03495	0,01379
Приведені витрати	П грн/рік	16700	15126
Собівартість 1 м^3 гарячої води	$C_{\text{ц}}$, грн	0,69	0,65
Рівень рентабельності	P_p , %	4,8	6,0
Термін окупності	T, міс	72	70

Висновки та пропозиції

В ході виконаної роботи були досліджені різні варіанти водопровідної мережі з метою визначення розміру коливання різниці тиску між режимом максимального водопостачання та режимом максимального транзиту.

Як розрахункові випадки були розглянуті різні варіанти трасування водопровідної мережі та завантаження ділянок, в ході яких за допомогою техніко-економічних розрахунків був обраний найбільш економічний варіант за приведеними витратами.

Таким варіантом вважається варіант 2, де було досягнуто найменшої різниці перепаді тиску між максимальним водопостачанням мережі та режимом транзиту. Приведені витрати для варіанту I складають 15126 грн. капіталовкладення окупуються протягом 70 тисяців.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. 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.
2. Гідравліка. Загальний курс: Підручник / Б.Ф. Левицький, Н.П. Лещій. Львів: Світ, 1994. 264 с.
3. 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.
4. ДБН 2.04.05.-98. Опалення, вентиляція та кондиціонування .К.; Вища школа, 1998. 64 с.
5. Дідур В.А., Журавель Д.П., Палішкін М.А. та ін. Гідравліка. Підручник. Стереотипне видання, Одеса: Олді+, 2020. 624 с.
6. 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.
7. Єремєєв І.С., Кисельов В.Б. Автоматизовані системи управління технологічними процесами. Навчальний посібник. Одеса: Олді+, 2022. 324 с
8. Левицький Б.Ф., Леиць 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.Мошенцев Ю.Л., Гогоренко О.А. Розрахунок ступеня відцентрового наддувного компресора. Навчальний посібник. Одеса: Олді+, 2021. 160 с.
- 11.Проектування і розрахунок опалення житлових будинків. Методичні поради / С.В.Синій. Луцьк: ЛДТУ, 1999.- 52 с.
- 12.Ремез Н.С., Кисельов В.Б., Дичко А.О., Мінаєва Ю.Ю. Чисельні методи розв'язання технічних задач. Підручник. Одеса: Олді+, 2022. 186 с
- 13.Рогалевич Ю.П. Гідравліка.Київ: Вища школа, 2003. 238 с.
- 14.Стандарт підприємства (СТП) 049373.01-07 Дипломні і курсові проекти (роботи). Загальні вимоги до оформлення. Дубляни, ЛНАУ, 2007.38 с.
- 15.Холоменюк М.В., Ткачук А.В., Онопрієнко Д.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Навчальний посібник. Стереотипне видання, Одеса: Олді+, 2019. 356 с.

16. Шолудько В.П., Боярчук В.М., Шолудько Я.В., Михалюк М.А. Теплотехніка та використання теплоти. Львів «Сполом», 2007, 190с
17. Шмат К.І., Солодовніченко В.М., Папченко О.І. Автоматизовані системи сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник. Стереотипне видання, Одеса: Олді+, 2019. 196 с.
18. Бібліотечно–інформаційні ресурси –[книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково–технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
19. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:
20. –<http://lnup.lviv.ua/lnup>; <http://www.irbis-nbuv.gov.ua>;
<http://www.twirpx.com>; <http://hotline.ua> moodle.lnup.edu.ua