

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри автоматики та
телекомунікацій

_____ Іван ЛАКТІОНОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2022 р.

Випускна кваліфікаційна робота

_____ бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка системи автоматичного керування водопостачання
віддаленого селища»

Виконав студент 4 курсу, групи АКТ-18
(шифр групи)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)

_____ Рогожин Андрій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ асистент каф. АТ _____ Дар'я ЖУКОВСЬКА
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Нормоконтроль:

_____ ас. Дар'я ЖУКОВСЬКА
(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній
роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.*

Студент _____
(підпис)

Луцьк – 2022 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____

Секретар ЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота бакалавра

Тема: «Розробка системи автоматичного керування водопостачання віддаленого селища»

Спецчастина: _____

Виконавець, студент

гр. АКТ-18

_____ Андрій РОГОЖИН
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

_____ Дар'я ЖУКОВСЬКА
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

_____ Іван ЛАКТИОНОВ
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ Гліб СТУПАК
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ Валерій ПОЦЕПАЄВ
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтроль

_____ Дар'я ЖУКОВСЬКА
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Державний вищий навчальний заклад
"Донецький національний технічний університет"**

Інститут, факультет Комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації

Кафедра Автоматика та телекомунікації

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Галузі знань _____ 15 Автоматизація та приладобудування _____
(шифр і назва)

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТ

Іван ЛАКТИОНОВ

« _____ » 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Рогожин А.В

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Розробка системи автоматичного керування водопостачання віддаленого селища»

керівник проекту (роботи) Жуковська Д.О. асистент каф. АТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 29.04.2022 року № 163

2. Строк подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Технічна документація та матеріали з переддипломної практики

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Провести аналіз об'єкту проектування; вибрати концепцію побудови системи; описати систему контролю та управління системи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Функціональна схема, структурна схема, схема обладнання, блок-схема
алгоритму контролю и управління.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	зав. каф. АТ, д.т.н., доц. Лактіонов І.С.		
2	ст. викл. каф. АТ Ступак Г.В.		
3	к.т.н., доц. каф. АТ, доц. Поцєпаєв В.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітичний огляд	5.05.2022	
2	Вибір концепції побудови системи	24.05.2022	
3	Опис системи контролю та управління	05.06.2022	
4	Додаток Б – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуацій на підприємстві	08.06.2022	

Студент _____ Андрій РОГОЖИН
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Дар'я ЖУКОВСЬКА
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Рогожин А.В., Розробка системи автоматичного керування водопостачання віддаленого селища / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. – ДВНЗ «ДонНТУ», Покровськ, 2022.

Пояснювальна записка: 73 стор., 19 рис., 2 табл., 14 посилання.

Основна мета бакалаврської роботи полягає у модернізації існуючих систем автоматичного керування водопостачання віддаленого селища, або їх створення. Об'єкт бакалаврської роботи – селище смт. Очеретине. Предмет бакалаврської роботи – систем автоматичного керування водопостачання. Основні завдання бакалаврської роботи заключаються у проведенні аналізу об'єкту проектування, виборі концепції побудови системи, описі системи контролю та управління системи.

В результаті розроблено систему автоматичного керування водопостачання в селищі Очеретине, визначено необхідні елементи системи. Так як система вимагає постійного обміну даними між об'єктами, якими треба керувати і пункту управління, було вибрано обмін даними за допомогою радіомодемів діапазонів, що не ліцензуються.

Ключові слова: ВОДА, ЕНЕРГІЯ, ВОДОПОСТАЧАННЯ, НАСОС, СОНЯЧНІ ПАНЕЛІ, МОДУЛЬ ПЕРЕДАЧІ, ДАТЧИК ТИСКУ, КОНТРОЛЛЕР

Список публікацій здобувача:

1. Рогожин А.В., Блазаренас І.В., Бурлака О.М., Впровадження системи безконтактного позиціонування металу в печах / Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів та студентів «Автоматизація, контроль та управління: пошук ідей та рішень» (АКУ-2021), 27.05.2021 р. – Покровськ ДВНЗ «ДонНТУ», 2021р. с. 33-35.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	9
1.1 Проблематика водопостачання	9
1.2 Системи реалізацій водопостачання.....	12
1.3 Системи реалізацій резервного електропостачання	123
1.4 Технічні вимоги автономної системи водопостачання	16
Висновки до розділу 1	21
2 ВИБІР КОНЦЕПЦІЇ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ВІДДАЛЕНОГО СЕЛИЩА	223
2.1 Розрахунок кількості води для смт	223
2.2 Свердловини та водозабірні споруди	245
2.3 Насосні установки та насосна станція.....	27
2.4 Тиск системи	29
2.5 Електрообладнання, технологічний контроль, автоматизація та системи керування.....	33
Висновки до розділу 2.....	35
3 ОПИС СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНОГО ПОСТАЧАННЯ ВОДИ ВІДДАЛЕНЕ СЕЛИЩЕ.....	35
3.1 Структура насосної станції.....	35
3.2 Структура резервної електроенергії для постачання води.....	42
3.3 Побудування автоматизованої системи водопостачання об'єкту з використанням безпроводного зв'язку.....	43
3.4 Функціональна схема контролю та управління автономного постачання води та енергії віддалених селищ	43
3.5 Розробка робочого алгоритму	46
3.6 Розробка SCADA системи	50
Висновки до розділу 3	52
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55

ДОДАТОК А - Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві.....	57
ДОДАТОК Б - Конструктивне виконання	69

ВСТУП

Кожній людині незалежно від того де вона проживає потрібна надійне та якісне постачання чистою водою. І більшість людей які проживають у селищах не можуть забезпечити якісною водою. Тому система водопостачання селищ масово потребують модернізації та реконструкції, заміни водопровідних елементів, проведення заходів з зменшення обсягів втрат очищеної питної води внаслідок проривів та витоків.

В даній роботі буде розроблена системи автоматичного керування водопостачання віддаленого селища із резервним джерелом живлення, також буде розглянуте комплексне рішення, які можуть бути адаптовані до вимог замовника, включаючи обладнання та сервісні послуги. Ці рішення призначені для повного циклу водопостачання, для скорочення витрат. Яке забезпечить безперебійне подання води, оптимізують роботу насосних станцій та адаптують існуючу інфраструктуру до зміни вимог до якості води.

Основна мета бакалаврської роботи полягає у модернізації існуючих систем автоматичного керування водопостачання віддаленого селища, або їх створення.

Об'єкт бакалаврської роботи – селище смт. Очеретине.

Предмет бакалаврської роботи – систем автоматичного керування водопостачання.

Основні завдання бакалаврської роботи: Провести аналіз об'єкту проектування; вибрати концепцію побудови системи; описати систему контролю та управління системи.

Пояснювальна записка до даної бакалаврської роботи складається з вступу, трьох розділів, заключної частини, списку літератури і двох додатків. Обсяг і структура роботи: 736 сторінки (55 – основний текст); рисунків – 19; таблиць – 2; джерел використаної літератури – 14; 2 додатки на 14 сторінках.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Проблематика водопостачання

В багатьох українських селища є проблеми з подачею води. За даними які проводились у 2012 Спільної моніторингової програмою ВООЗ/ЮНІСЕФ, лише 22% могли використовувати централізоване водопостачання. Кошти які витрачають на свердловин та обладнання, котрі потрібні для криниці коштуватиме близько 10-15 тисяч гривень [1]. Якщо взяти середній заробіток люди, яка проживає в селищі, то витрати які потрібні на свердловину, будуть для нього надвисокими. Також, якщо враховувати, що у більшості регіонах України верхній водоносний шар, має низьку якість води, все це із за промислових заводів, ферм (сільського господарства), а також каналізації, які погано очищуються. Тому пропонується перейти селищам до централізованого водопостачання, які під'єднаних, до свердловин, які знаходяться глибоко, у яких є доступ до нижніх підземних вод. Тому що, така вода повністю відповідає нормам санітарії і не потребує додаткових етапів очищення води. Також використовується башти, це залежить від свердловини, рельєфу і висоти на якій знаходиться селище.

Найбільш розповсюджені системи, які знаходяться в українських селищах, це вода поступає від свердловин до башти, а з башти до мережі. Найчастіше в система складається з одного джерела і мережа. Також буває, коли система складається з кількох елементів груп цистерни – загальна мережа, і ці системи не залежать між собою. Ну є системи, які закріплюються між собою.

Залежно від вибраного типу систем будуть різними і наслідки які підуть за обраною системою. Система, яка має лише одне джерело, може охоплювати лише розраховану кількість людей, які мають доступ до системи; якщо взяти на увагу труб, у якій є заданий діаметр, не буде змогу

розширити мережу без_ глобальної реконструкції. Але такі системи кращі в якості ремонту придатності порівняно з об'єднаними системами, тому що системи які мають окрему групу «башта – мережа», такі системи зупиняються для ремонту або профілактики, без зупинки всієї системи, тобто у селища буде працювати система водопостачання. Але є великі ризики, що коли системі буде потрібен ремонт, то всі люди, які підключені до цієї башти будуть без води. З'єднання в одну велику або в кілька невеликих незалежних систем, така система забезпечує стабільне, безперервне водопостачання, але такі системи чи мережі виходять набагато вищими. Зате коли буде необхідно провести ремонтні роботи, воду в систему можна подавати з інших цистерн, це не призведе до зупинення води мешканцям села навіть частково.

Для створення систем водопостачання, які знаходяться в сільських місцевостях, як зазначила практика, є такі основні критерії:

- вартість повинна бути невеликою;
- Повинна бути легка процедура обслуговування системи та її експлуатація ;
- Споживання електроенергії, повинна бути як найомного меншою;
- Система має бути надійною і ефективно.

Є багато прикладів створення систем водопостачання. Одна із таких систем знаходиться в с. Суворовське, Тульчинський район, Вінницька область. Особливість мережі цього села полягає в розділенні системи на три окремих групи, у цих групах є свої свердловини з водою та цистерни де зберігається вода (башти Рожновського). Ця мережа будувалася в три етапи:

1 та 2 – були здійснені ремонтні роботи джерел, встановлені водонапірні цистерни, вмонтовано 13619 погонних метрів труб для системи;

3 – вмонтовано ще 8100 погонних метрів труб для системи. Ще було прокладено 1200 та реконструйовано 7000 погонних метрів водогону, все це було зроблено власними силами мешканцями села. Також було реконструйовано свердловини для агропромисловості, а саме дві

свердловини, ці свердловини були передані агроформуванням. Всього було протягнена 41 км труб у с. Суворовське, завдяки цьому з питною водою стало 548 домів та об'єкти соціальних послух [1].

В цій роботі розглянуте рішення даної проблеми у селищі міського типу Очеретине яке знаходиться в Ясинуватському районі, Донецької області. Населення складає 3 474, з загальною площею 3,23 км². Селище знаходиться в степовій зоні, клімат помірно континентальний, з малосніжною зимою та спекотним літом. Температур січні в середньому від -5 до -8 ° С, а у липні може бути в районі 21-23 ° С. В середньому в рік випадає близько 500 мм опадів. Часто, а саме у травні, буває суховії, влітку часто буває посухи, падає град, також бувають курні бурі, взимку часто бувають хуртовини. Даної місцевості, переважно, рівнинний рельєф (заввишки до 233 м), з ярами та балками. На рисунку 1.1 зображена топографічна карта смт. Очеретине.

За допомогою автоматизованої видобутку води з свердловин, та видобутку енергії сонця і вітру для підтримки електрообладнання. Одна людина в середньому споживає 10 м³ на місяць, відповідно в день виходить 0,3 м³ на одну людину. З цього можна вирахувати, що мене необхідно в день добувати 1 050 м³ води.



Рисунку 1.1 – Топографічна карта смт. Очеретине

1.2 Системи реалізацій водопостачання

Масове поширення засобів автоматизації для насосів водопостачання, дозволило значно збільшити спектр застосування насосного обладнання в побуті і підвищити комфорт водоспоживання.

Селища з автономними водопостачанням і електропостачання, не тільки не обділені, але і мають більш високий рівень комфорту, в порівнянні з міським.

При цьому прогрес засобів автоматизації, продовжує активно рухатися вперед.

Для початку зазначимо, що вдає із себе насос для водопостачання: це поглинний (колодязний або свердловинний) насос або поверхневий самовсмоктуючий, або нормально-всмоктуючий насос. Обов'язковою умовою є достатній створюваний напір води для нормальної експлуатації в системі водопостачання. Зазвичай це насоси з максимальним тиском починаючи від 25 метрів водяного стовпа. Це мінімум. Все, що менше - не є насосом для водопостачання. В реальності під ці параметри підходять майже всі побутові насоси крім дренажних. Навіть вібраційний насос підходить для застосування в автоматизації водопостачання. На практиці насоси водопостачання створюють максимальний тиск 40-150 метрів.

Насос без автоматики доводиться вручну включати, а після користування водою, так само вручну відключати. Звичайно, це вкрай незручно. Тому основною функцією насосної автоматики є автоматичне включення насоса при відкритті крана водорозбірної точки, і відключення при закритті кранів. При цьому, водорозбірних точок може бути нескінченно багато і при відкритті крана будь-який з них, насос повинен включитися, а вимкнутися при всіх закритих кранах.

По суті, дана функція і є автоматизацією насоса водопостачання, перетворюючи просто насос в насосну станцію. Решта функцій є сервісним доповненням. З таких додаткових функцій, найбільш важливим є захист

насоса від роботи без води. Якщо автоматика не підтримує цю функцію - її необхідно встановити додатково в обов'язковому порядку. Будь-насос при роботі без води вийде з ладу через перегрів двигуна і гідравлічної частини. І ніхто не застрахований від виникнення подібної ситуації. Точніше, з тих чи інших причин, рано чи пізно - ситуація виникає майже завжди. І найпростіша захист допоможе застрахуватися від дорогої заміни насоса.

1.3 Системи реалізацій резервного електропостачання

Використання енергії сонця і вітру сприяє збільшенню частки невичерпних джерел енергії для покриття енергетичних потреб світу. Використання енергії сонця і вітру доцільно для вироблення електричної енергії і можливо на всій території України.

Сонячна енергія сьогодні використовується для забезпечення електроживленням космічних штучних об'єктів, супутників і населених космічних станцій на орбіті Землі, міжпланетних дослідних зондів. І це не межа. Завдяки інноваційним технологіям, появі нових матеріалів, стало можливим зводити СЕС, які призначені для автономного електропостачання:

- приватних житлових будинків, віддалених від централізованих ліній електропередача об'єктів,
- різних по споживаній потужності комерційних і виробничих будівель.

Основні плюси і мінуси СЕС

Серед плюсів будівництва та використання електростанції сонячного типу можна відзначити:

- Оцінюючи переваги сонячної енергії, слід пам'ятати, що це джерело буде функціонувати мільярди років. Розвиваючи геліотехнології, підвищуючи продуктивність сонячних панелей, сучасне суспільство не тільки отримує невичерпний ресурс альтернативної

електроенергії. Знижується витрата корисних копалин, службовців паливом для численних теплових електростанцій, що працюють по всьому світу.

- СЕС можна встановлювати в будь-якому місці земної кулі. Для роботи фотоелектричних модулів температура повітря і повітряний тиск особливої ролі не грає. Головна умова роботи - доступ сонячного світла. Тому такі електростанції буду давати електроенергію в будь-якому місці установки: на екваторі, в Антарктиді, на високогірному плато Гімалаїв або на Східноєвропейській рівнині.
- Робота СЕС на навколишнє середовище практично не мають жодного впливу. Це по-справжньому екологічно чиста технологія.
- У комплексі устаткування сонячної станції відсутні будь-які рухомі частини та механізми. Робота СЕС відрізняється безшумністю, що дозволяє здійснювати монтаж на дахах і навіть на стінах житлових будинків.
- Просте управління. Як правило, сонячні електростанції працюють в автоматичному режимі. Контроль їх роботи можна здійснювати віддалено.
- Гарантована ефективність роботи СЕС становить мінімум 25 років. Але і після цього терміну станція продовжить функціонувати, тільки менш продуктивно.
- Інвестиції в СЕС економічно виправдані. У більшості випадків час окупності не перевищує 4-5 років.

При всіх цих плюсах, є і мінуси сонячної енергетики, які досить легко вирішуються:

- Продуктивність сонячних батарей залежить від часу доби і погоди. У темний час доби, при відсутності сонячного світла, фотоелектричні комутаторів для послуг не виробляють електроенергію. А затягнуте хмарами небо істотно знижує рівень

генерації. Але установка акумуляторних батарей вирішує проблему забезпечення електроенергією обслуговується СЕС об'єкта.

- Висока вартість. Це мінус, але відносний. Незважаючи на те, що установка сонячної електростанції є досить дорогим заходом, така інвестиція себе виправдовує. По-перше, це разове вкладення, яке з моменту введення в експлуатацію відразу починає себе окупати. По-друге, розвиток науки і технологій з кожним роком робить сонячні електростанції більш доступними за ціною.
- Періодичне технічне обслуговування. Незважаючи на автоматизацію роботи станції, її обладнання потребує догляду. Щоб ефективність роботи сонячних панелей не знижувалася, їх необхідно очищати від пилу і бруду, а взимку знімати з них сніг. Але це періодичні заходи, які не займають багато часу і не вимагають істотних трудовитрат.
- Під установку сонячних батарей потрібні великі площі. Дана проблема вирішується установкою панелей на дахах, пустирях і навіть на стінах. Крім того, розробляються більш продуктивні моделі фотоелектричних модулів меншого розміру.
- Дорогі акумуляторні батареї. Сьогодні питання АКБ вирішуються багатьма світовими брендами, що займаються розробкою і виробництвом електромобілів. Є перспектива отримання найближчим часом недорогих, але досить ємних акумуляторів, здатних тривалий час зберігати заряд.

Переваги технології ВЕС:

- енергія вітру невичерпна; виробництво електроенергії за допомогою ВЕС не супроводжується небезпечними викидами в атмосферу;
- можливість розміщення в важкодоступних місцях;
- вимагають малої площі і вписуються в будь-який ландшафт, отримання безкоштовної електроенергії в довгостроковій

перспективі, відсутність витрат на паливо і його доставку;

- автономність - незалежність від стану і роботи зовнішніх електричних мереж.

Недоліки ВЕС:

- шум;
- висока вартість;
- великий термін окупності;
- мінливість і нерегульованість вітрового потоку.

Висновок: Вітрогенератори можуть бути хорошим рішенням в тому випадку, якщо вони використовуються в якості резервного джерела електроенергії або якщо це єдине можливе джерело живлення електромережі. Вони будуть встановлені, щоб на випадок відключення електрики можна було задіяти енергію вітру для підтримки освітлення. Основним джерелом буде сонячні батареї, які будуть забезпечувати селище необхідною електрикою. Також виробляється електрику буде забезпечувати нашу насосну станцію необхідною енергією.

1.4 Технічні вимоги автономної системи водопостачання

Водопостачання.

Гідропневматична автоматизація. Найпростіший, але і найпопулярніший вид автоматики. Відрізняється високою надійністю і універсальністю. Підходить для будь-яких систем водопостачання.

Основними елементами є: електромеханічне реле тиску і мембранний бак - гідроакумулятор.

Реле тиску - пристрій керування подачею напруги на насос в залежності від тиску в системі водопостачання. Має регулювання, за допомогою яких можна встановити тиск, при якому насос відключається і тиск включення насоса, при якому він буде включатися.

Коли ми закриваємо всі крани - тиск зростає, і після досягнення тиску вимикання реле вимикає насос. При відкритті крана - тиск падає і насос включається.

Але, реле здатне виконувати цей алгоритм тільки при наявності в системі гідроаккумулятора. Гідроаккумулятор вдає із себе металевий бак в якому з одного боку знаходиться гумова груша, з іншого боку під тиском закачаний повітря.

Гідроаккумулятор виконує наступні функції: роль демпфера, що згладжує скачки тиску в системі і нормалізує роботу реле тиску; гаситель гідроударів; якийсь запас води в разі відключення електрики і дозволяє рідше включатися насосу, тому що часте включення і відключення швидко виведе його з ладу [3].

З гідроаккумулятором алгоритм роботи змінюється: при закритті всіх кранів, вода починає надходити в гідроаккумулятор. Коли тиск води в груші бака вирівнюється з тиском підкачати повітря, наповнення припиняється і зростання тиску в системі змушує реле тиску вимкнути насос. При відкритті крана - вода надходить спочатку з гідроаккумулятора, потім тиск в системі падає і реле тиску включає насос. Чим більше буде обсяг гідроаккумулятора, тим рідше буде включатися насос і тим довше він буде служити. При обліку обсягу гідроаккумулятора в якості резервного запасу води, слід враховувати, що корисний об'єм буде дорівнювати 20-30% від номінального обсягу бака [3].

Дуже важливо правильно налаштувати бак шляхом підкачки повітря. Тиск повітря налаштовується в безтисковій, після настройки реле. Тиск повітря в гідроаккумуляторі виставляється так, щоб воно складало 90% від тиску включення насоса, встановленому на реле тиску. У цьому випадку забезпечується необхідний комфортний баланс між корисним об'ємом бака і безперебійною подачею води споживачам.

На рисунку 1.2 зображено пристрій реле тиску:

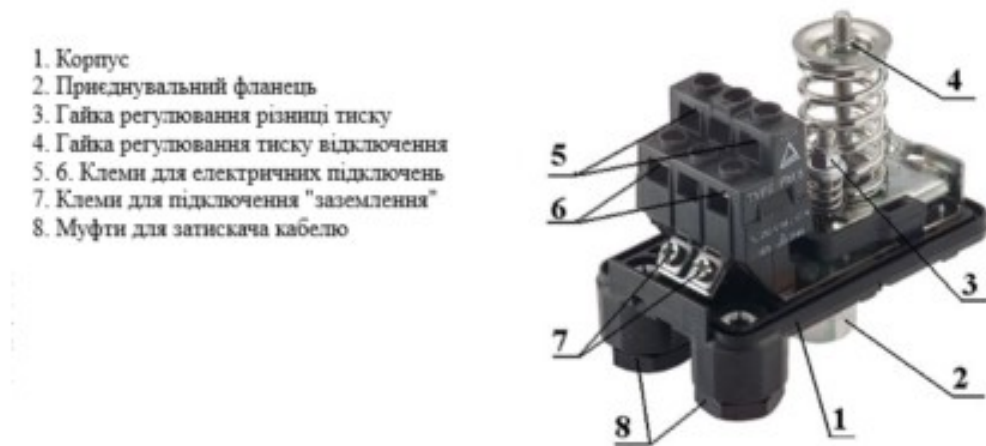


Рисунок 1.2 – Реле тиску

Захист від роботи без води може бути виконана по різному. Якщо ймовірність спрацювання захисту висока, то зазвичай встановлюється контролер з кондуктометрично зануреними датчиками рівня. Така автоматика надійно захищає насос і забезпечує настройку рівнів включення і відключення захисту, що істотно скорочує кількість включень насоса. Система з таким захистом є повністю автономною, тобто насос вимикається при відсутності води і сам включається при її появі [3]. Приклад такої автоматизації зображено на рисунку 1.3.

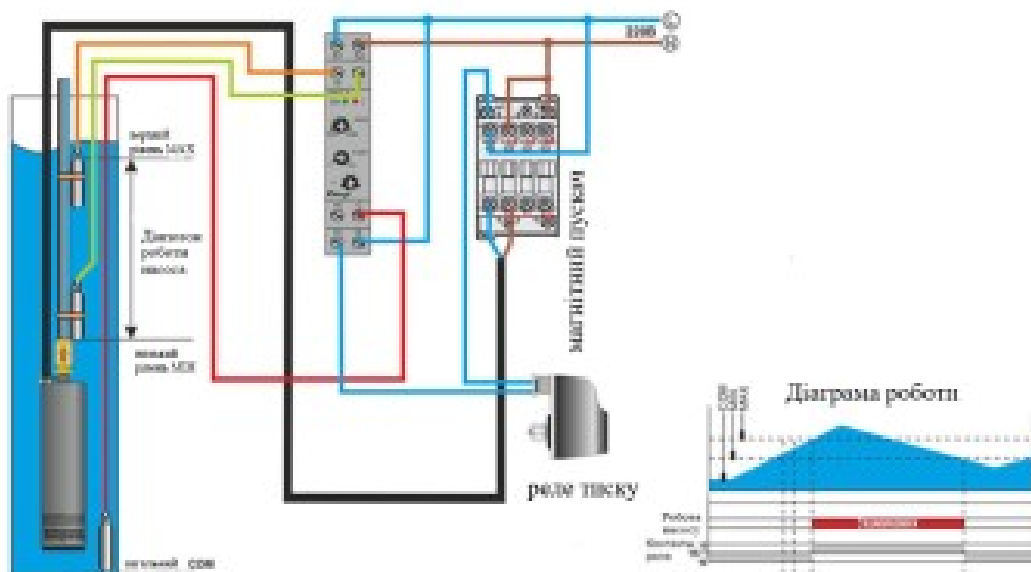


Рисунок 1.3 – Система захисту занурювального насосу

Опис: комутація насоса проводиться за допомогою контактора. Захист від роботи без води здійснює контролер з зануреними електродами.

Нижній електрод - загальний. Коли вода опускається але середнього електрода, насос відключається і включиться тільки тоді, коли вода досягне верхнього електрода.

Це забезпечує наповнення джерела води і більш рідкісний запуск насоса.

Дана автоматика має велику популярність в свердловинах з низьким дебітом.

Електроенергія.

Сонячні батареї, які також називають сонячними панелями або сонячними модулями, будуються з окремих фотоелектричних перетворювачів (так званих сонячних елементів), які з'єднуються один з одним в послідовні і паралельні ланцюги, в сукупності що працюють як єдине джерело струму.

Власне одна панель може розглядатися як джерело струму. Кілька сонячних панелей утворюють автономну сонячну електростанцію, яка може бути малої (якщо мова йде наприклад про приватний будинок) або великий (якщо мова йде про промислову сонячної електростанції) потужності.

Номінальна потужність однієї такої панелі зазвичай лежить в діапазоні від 30 до 350 ват. Відповідно розмір і вага панелі тим більше, чим більше її номінальна потужність.

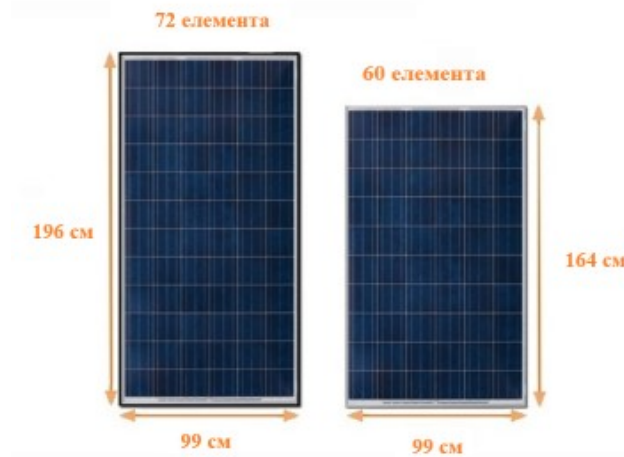


Рисунок 1.4 – Розміри сонячних панелей

На сьогоднішній день реальний ККД сонячних батарей, доступних широкому споживачеві, лежить в межах від 17 до 23%. Сонячні батареї на базі кремнію, як альтернативне джерело електричної енергії, перевірені часом, вони відрізняються надійністю і безпекою, компактністю і відносною доступністю. Термін їх нормальної експлуатації доходить до 30 років і навіть перевищує. Хоча, справедливості заради варто відзначити, що кремнієві фотоелектричні елементи з часом деградуєть, це виражається в зниженні одержуваної при повному освітленні потужності приблизно на 10% від початкового номіналу за кожні 10 років активної експлуатації. Тобто якщо в 2020 році купувалася нова сонячна панель на 300 Вт, то до 2040 року вона буде здатна виробити максимум 240 Вт. З цієї причини слід обчислювати встановлену потужність системи з певним запасом по струму [2].

При нормальній експлуатації ні заміна елементів, ні хоч би яке не було інше спеціальне обслуговування монокристалічним і полікристалічним сонячним панелям не потрібно. Вони прості в установці, не містять рухомих частин, їх поверхня звернена до сонця завжди має захисне механічно міцне покриття.

Вольт-амперна характеристика сонячних батарей знімається в лабораторних умовах при виробництві і приводиться в специфікації. Стандартний тест проводиться при сонячній радіації 1000 Вт / кв.м при

температурі навколишнього повітря 25°C , як на широті 45° [2].

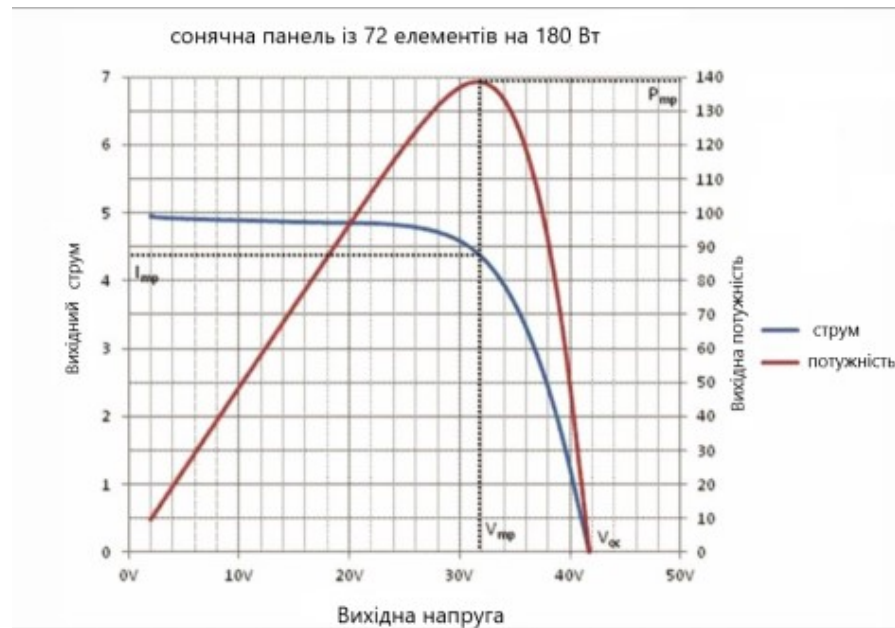


Рисунок 1.5 – Вольт-амперна характеристика сонячних

Тут можна бачити крайні точки ВАХ, в яких знімається з батареї потужність наближається до нуля. Напруга холостого ходу - V_{oc} - це максимально доступне напруга на виході батареї при розімкненому ланцюзі навантаження. Струм при коротко замкнутому ланцюзі навантаження - I_{sc} - це, відповідно, струм при нульовому вихідному напрузі. В принципі сонячна батарея здатна працювати в будь-якій точці ВАХ, однак для отримання максимальної ефективності корисно використовувати точку найвищої потужності, тому сонячні панелі ніколи не плекають навантаження безпосередньо. Для досягнення кращої ефективності, між сонячною батареєю і акумуляторами (інвертором) слід підключити контролер заряду з технологією MPPT, який завжди буде працювати в точці максимуму доступною потужності при будь поточної інтенсивності сонячного освітлення [2].

Висновки до розділу 1

В якості об'єкту автоматизацій виступає селище міського типу Очеретине, яке розташовано в Ясинуватському районі Донецької області. Населення якого складає 3 474, з загальною площею 3,23 км². Селище знаходиться в степовій зоні, клімат помірно континентальний, з малосніжною зимою та спекотним літом. Температур січні в середньому від -5 до -8 ° С, а у липні може бути в районі 21-23 ° С. В середньому в рік випадає близько 500 мм опадів. Часто, а саме у травні, буває суховії, влітку часто буває посухи, падає град, також бувають курні бурі, взимку часто бувають хуртовини. Даної місцевості, переважно, рівнинний рельєф (заввишки до 233 м), з ярами та балками. Для цього об'єкту буде розроблене система автоматичного керування водопостачання віддаленого селища, також для системи буде розроблено резервне живлення на базі сонячних панелей та вітрогенераторів.

2 ВИБІР КОНЦЕПЦІЇ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ВІДДАЛЕНОГО СЕЛИЩА

Дана глава буде присвячена визначення кількості води, необхідної споживачам, вибору концепції побудови системи.

2.1 Розрахунок кількості води для смт

Розрахунок потреби води для населення визначається при розробці ПКД (проектно-кошторисна документація) відповідно до ДБН В.2.5-74:2013. Розрахунок враховує всі види водоспоживання.

Загальні потреби води в населеному пункті пропорційні кількості жителів. Отже, щоб визначити водоспоживання потрібна знати витрати води одним мешканцем які йому потрібні для господарства та других робіт – ту норму яку споживають взагалі. Сюди враховується різні цілі куди може витратися вода і складається від різних ступенів санітарних умов, технічного обладнання людини, інфраструктури міста, погодних умов тощо. Чим більше рівень санітарно-технічного оснащення, то більше буде потреби води [4].

Відповідно до вимог ДБН (державні будівельні норми України), залежно від рівня благоустрою та погоди середня норма чистої води, яку можна споживати коливається 100 - 285 л/добу на одну людину у селищі [4].

Другим джерелом де можна знайти середню добову норму, можна дістати з державних соціальних стандартів, в них є поставлені громадські нормативи використання пропозицій, згідно цих стандартів дають субсидію. Для води яку дають по центральному трубопроводу, невраховуючі гарячу воду, норма води становить 4,0 м³ на особу на один місяць. З розрахунку на день це 133,3 л на особу.

Втім, централізованої водою яку використовують в селі містить свої

принципові відмінності. Згідно практичних навиків, обсяг води яку споживають з загального водопроводу, часто залежить також і від наявності колодязя в домі. Люди потребляють потрібну кількість води. Водночас централізовану та воду з колодязя, яку використовують для сільського домогосподарства, таким самим зменшують розмір води яку споживають з загальної водопровідної мережі.

В таблиці 2.1 приведені дослідження, які проводилися у громадах Вінницької у 2015 року, ці дослідження і розробка системи, підтримувалася компанією DESPRO.

Таблиця 2.1 – Дослідження системи водопостачання по трьох громадах із районів Вінницької області

Категорія споживачів	Вода яку споживають із мережі	
	У літній сезон	У зимовий сезон
Одинокі громадяни	28-33	17-33
Сім'ї (3-4 особи)	77-130	58-77

Для визначення води яку споживають, можна використати наступну спрощену схему розрахунків.

Візьмемо:

- кількість мешканців – 3500 населення;
- вода яку споживають – 130 л/добу на одного чоловіка (за стандартами державного соціального стандартами).

Середню витрати води за добу визначається за формулою 2.1:

$$Q_{\partial} = \frac{\sum q \times N}{1000}, \text{ м}^3 \text{ за добу} \quad (2.1)$$

де:

- q – норма води яку споживають;
- N – кількість осіб яку визначили.

Розрахуємо водоспоживання:

$$Q_{\partial} = \frac{\sum q \times N}{1000} = \frac{130 \times 3500}{1000} = 455 \text{ м}^3 \text{ за добу} \quad (2.2)$$

Воду яку використовують для господарсько-питної мети – це величина яка залежить від сезону. Коли проектується система, також треба визначити максимальні витрати у день. Її можна визначати враховуючи коефіцієнта нерівномірності. Для селищ використовують свої добові коефіцієнти нерівномірності:

$$K_{\partial \max} = 1.2 \quad K_{\partial \min} = 0.8$$

Враховуючи коефіцієнти визначмо максимальні витрати за день:

$$Q_{\partial \max} = K_{\partial \max} \times Q_{\partial} = 455 \times 1.2 = 546 \text{ м}^3 \text{ за добу.} \quad (2.3)$$

2.2 Свердловини та водозабірні споруди

Найважливішим завданням є вибір джерела, коли проектується системи насосних станцій, тому що сам вибір буди впливати на всю самої систему, схеми і склад споруд, отже, це також буди впливати на будівельну вартість і підтримання всієї мережного комплексу.

В даній дипломній роботі буде розглянуте лише варіанти щодо підземних джерел, тому що для селища буде розрахована система на цьому джерелі.

Для забору підземних вод залежно від місцевих гідрогеологічних, топографічних та інших умов можуть бути використані різні види споруд для. В дані дипломній роботі розглянемо і виберемо, тип свердловини.

Трубчасті колодязі (водозабірні свердловини).

Спорудження має бути: горизонти води повині залягають на глибині понад 10 м.

Переваги:

- Чиста води (висока якість).
- Дебіти високі.

Недоліки:

- Дуже висока вартість створення та уустаткування джерела.
- Виска вартість підтримання свердловини.

На рисунку 2.1 приведена конструкція водозабірних свердловин

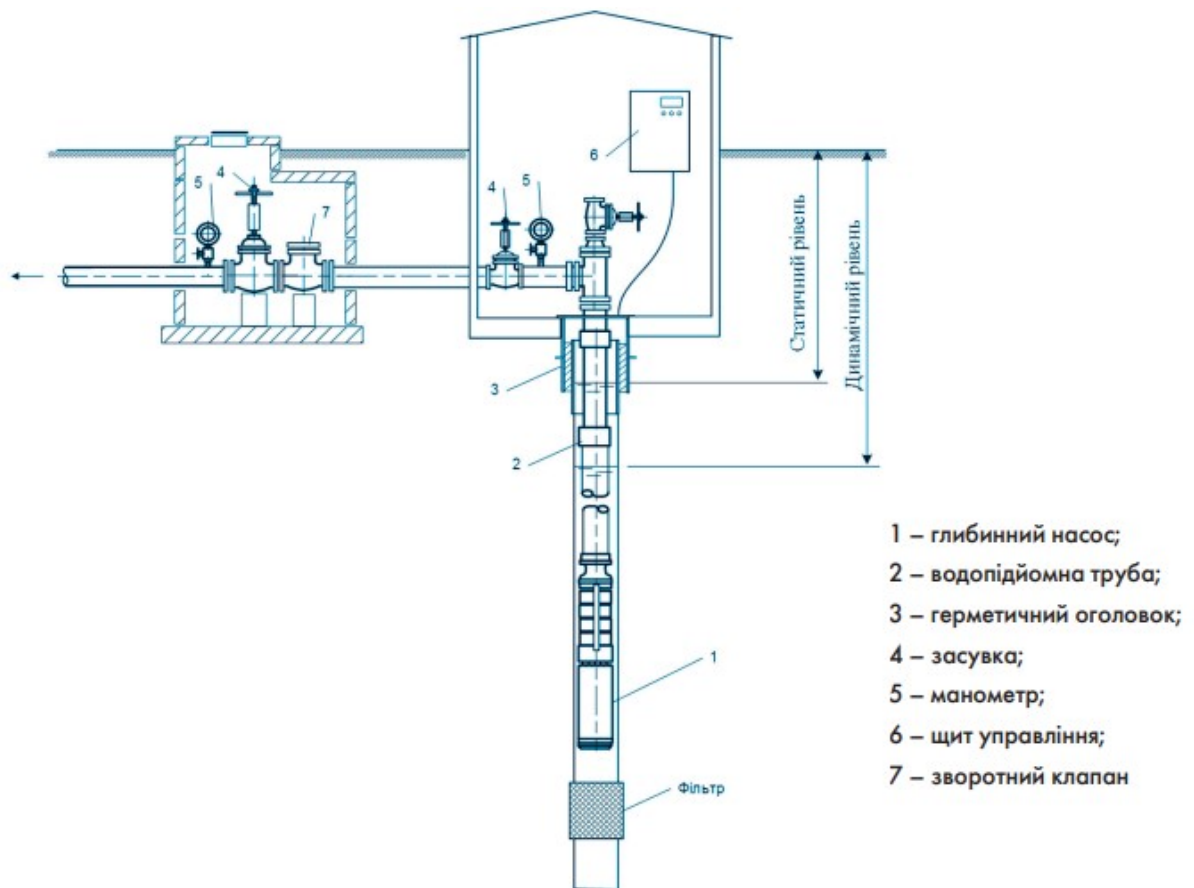


Рисунок 2.1 – Конструкція Водозабірних свердловин

Колодязі зі шахтами.

Спорудження має бути: горизонти води повині залягають на глибині понад 10 м.

Недоліки:

- Якість води низька.
- Дебіти дуже низькі.

Переваги:

- Порівнюючи невисока вартість устаткування.
- Використовують для місцевих (локальних) систем водопостачання.

На рисунку 2.2 приведена конструкція колодязя зі шахтою.

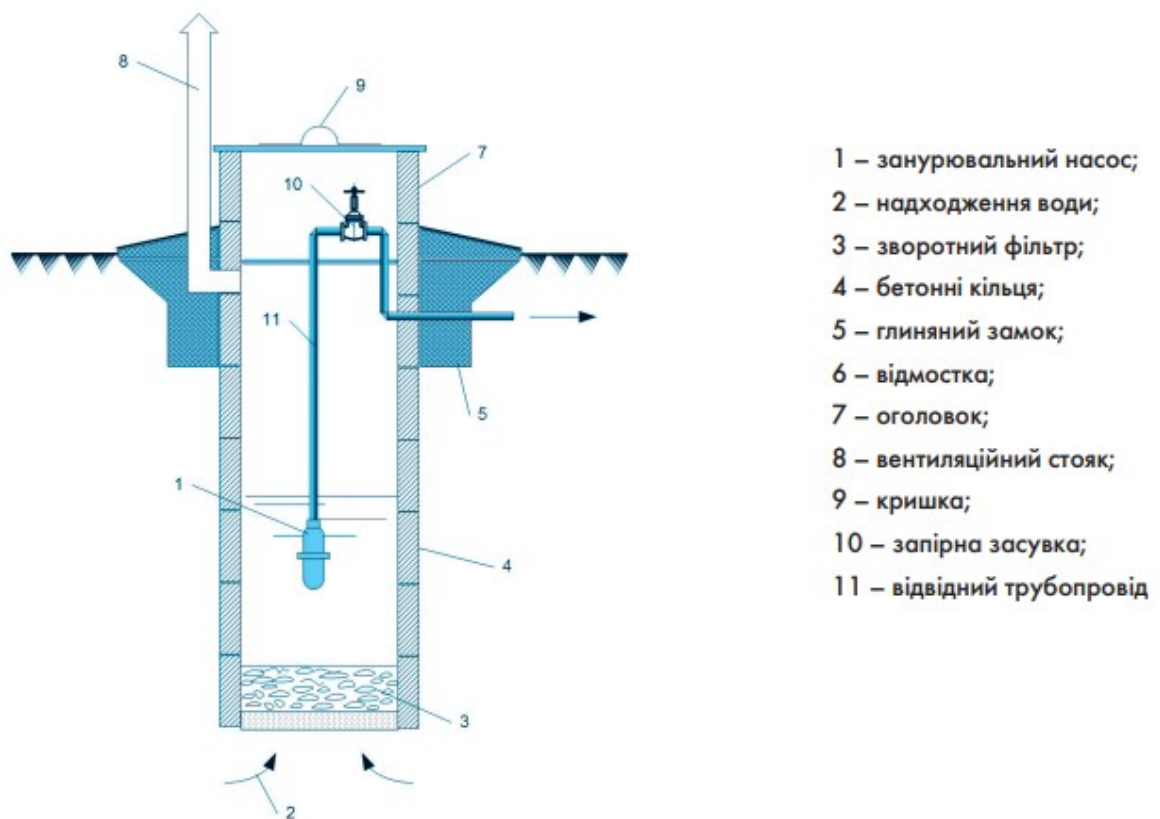


Рисунок 2.2 – Конструкція колодязя зі шахтою

Каптажи.

Спорудження має бути: Наявність джерела підземних вод, що виходять на земну поверхню.

Переваги:

- Якісна вода.
- Достатня низька вартість устаткування.

Недоліки:

– Невисокі дебіти.

На рисунку 2.3 приведені каптажі.

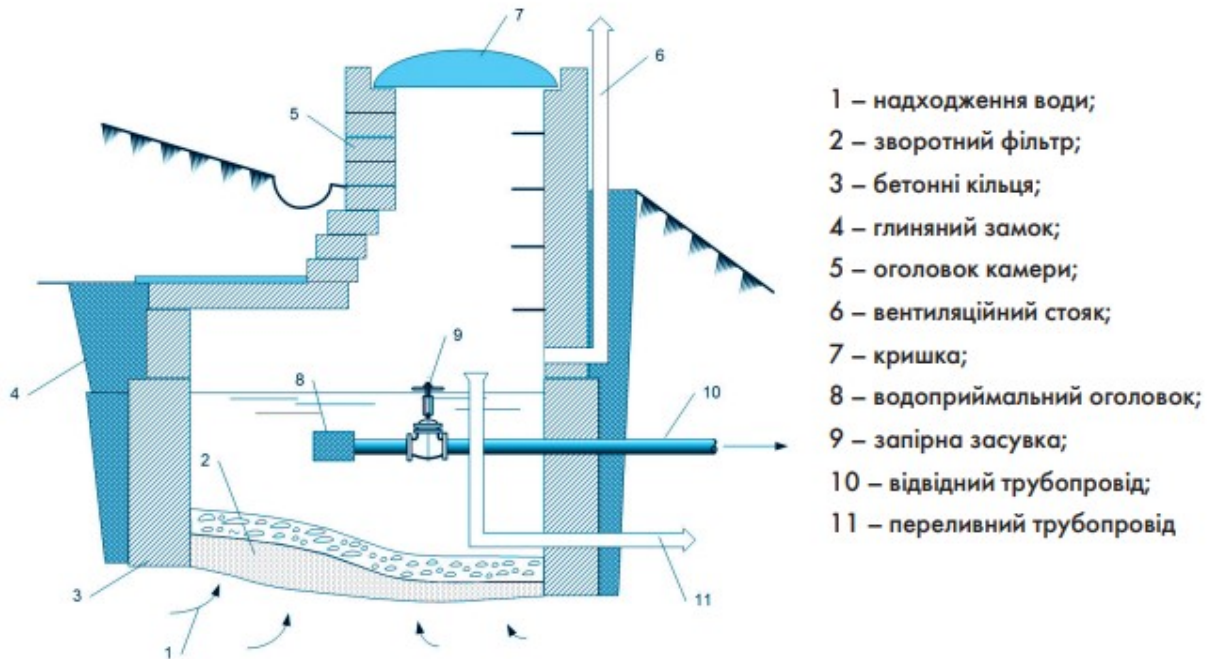


Рисунок 2.3 – Устаткування каптажі

Висновки: В даній системі буде використовуватися водозабірні свердловини як джерело, тому що вони найбільше використовуються на практиці, це говорить про ремонтпридатність системи. Також, це джерело має високі дебіти, тобто об'єм води, яку свердловина здатна видавати, буде достатньою. Також, у цього джерела якісна вода [5].

2.3 Насосні установки та насосна станція

Якщо взяти за увагу схему водопостачання то в селах можна застосовувати насосну станцію як першого підйому та і другого підйому, а

також, якщо система потребує, то і насосні станції для підвищування тиску.

Насосні станції та першого підйому необхідно встановлюють для того, щоб достати воду з свердловини, будов де зберігається вода або коли вода не може самотійно надходити з місця зберігання.

Насосні станції які належать до станцій другого підйому використовуються, необхідні щоб вода находила до споживачів, воду вони беруть з резервуарів.

Насосні станції, що підвищують тиск у системі, слід встановлювати для збільшення тиску на деяких окремих місцях системи (багатоквартирні комплекси), їх часто використовують для внутрішньої боротьби з пожежами в деяких публічних та промислових будівлях.

В таблиці Б.1 в додатку Б приведені типи відцентрованих насосів та конструктивні особливості, які використовуються для систем централізованого постачання води.

Насоси для свердловин встановлюється колодязі на водопровідних трубах. Криниця повинна, буди чиста та справна функціонувати. Камера насосів має бути оснащена доброю вентиляція, щоб вона залишалася сухою [6].

Висновки: Так чином нам знадобляться глибині насоси (додаток Б, таблиця Б.1) для наповнення башти, та насоси горизонтальні де є двосторонні входи (додаток Б, таблиця Б.1) для подачі води споживачам.

2.4 Тиск системи

Напір у мережах рекомендується визначати згідно з вимогами ДБН В.2.5-74:2013, нормуючи наступні показники. При цьому, тиск не повинен бути в системі для будівлі з одним поверхом меншій 1 атмосфера, з кожним наступним поверхом додається 0,4 атм. Тиск не повинен бути вище 4,5 атм у водопроводі. Належний тиск повинен забезпечуватися насосні станції по всій

системі.

Водозберігательна вежа.

Взагалі при проектуванні системи, цистерна для водонапірної вежі в селищі, здійснює функцію регулювання тиску у системі, і він також повинен мати такий резерв води, для тушіння пожежу протягом 10 хв.

Конструкція вежі водопостачання приведені у таблиці Б.2 в додатку Б.

Визначмо необхідну нам об'єм башти для смт Очеретине.

Візьмемо розраховану максимальну витрачену воду за день:

$$Q^d = 546 \text{ м}^3 \text{ за день (за розрахунками 2.3).}$$

Вода яка витрачається на пожежі (зовнішня пожежа та внутрішня пожежа) становлять:

$$Q_{\text{пож}} = (10 + 5) = 15 \text{ л / с} = 54 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (2.4)$$

Виляснемо обсяг води при тушінні пожежу протягом 10хв.:

$$\omega_{\text{пож}} = \frac{54 \times 10}{60} = 9 \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

Об'єм має бути 10% від денної витрати:

$$W_{\text{башти}} = (0,10 \times 546) + 9 = 63,6 \text{ м}^3 \quad (2.6)$$

Нам, потрібна башта із пластику (додаток Б таблиця Б.2) ємністю 65 м³.

Цистерни для зберігання очищеної води

Є системи в яких використовуються резервуари для чистої води (РЧВ). Резервуари для чистої води – необхідні для зберігання запасів очищеної води.

Очищення резервуара для води може бути складним завданням, але важливо переконатися, що вода всередині залишається чистою та без бактерій. Резервуар повинен митись хоча би раз на рік. У резервуарах для води з часом з'являються водорості, мул і бактерії, і все це може бути шкідливим, якщо не дбати про них. Коли миється резервуар, повинні дотримуватися належні процедури для його зливання, очищення внутрішніх стінок та дезінфекції резервуара. Дотримуючись цих методів, ви можете бути впевнені, що вода максимально чиста та безпечна.

Її вживають як:

- накопичувальні ємності – для відшкодування неритмічності споживання води в добу;
- для того, щоб запастись водою [5].

Конструктивне виконання цистерни_приведена у таблиці Б.3 в додаток Б, та на рисунку Б.1 в додатку Б.

Прилади частотного регулювання роботи насосних агрегатів.

Через інтеграцію відновлюваних джерел енергії управління частотою тільки від традиційної генерації стає дорожчим. Агрегація керованих пристроїв з боку попиту для регулювання частоти є новим методом для задоволення потреб у звичайних генераторах електроенергії. Розподілені енергоресурси стають все більш привабливими для живлення локальних споживачів поряд із традиційними генераторами. МЕР мають іншу динаміку потужності, порівняно з класичними електрогенераторами. Деякі РЕР не мають інерції обертання та підключаються до мережі через інтерфейс силової електроніки. Стабільність усієї енергосистеми з інтеграцією РЕР є важливим питанням у сучасних системах. РЕР та їх взаємодія мають бути добре скоординовані. МЕР із погодженим управлінням дозволяють значно підвищити стабільність частоти енергосистеми. Використання аварійної потужності з боку навантаження для послуг резерву частоти є новою проблемою. Завдання пов'язані з управлінням великими розподіленими навантаженнями Особливо з електромобілями (EV), системами накопичення

енергії на батареях для житлових приміщень (BESS), водонагрівачами та сушарками для білизни. Отже, розподіл MER також важливий для поліпшення інтеграції цих джерел живлення та підвищення частоти енергосистеми.

Управління навантаженням з інтеграцією електромобілів і розподілених генераторів було представлено для регулювання потужності. Завдання оптимізації перерозподілу навантаження було вирішено відповідно до технічних та ринкових умов. Цей підхід застосовується для різних PER, таких як інтелектуальна зарядка електромобілів. Крім того, огляд методів управління навантаженням був представлений в для розподільної мережі з високим проникненням DER. Методи охоплюють ринок та методи прямого контролю. Крім того, було запропоновано огляд PER на основі силовій електроніки та проблеми їх стійкості в сценарії інтелектуальної мережі.]. Як приклад PER на основі силовій електроніки було розглянуто деякі відновлювані джерела енергії та інтелектуальні навантаження. Для визначення можливих проблем використовувалися традиційні теореми стійкості енергосистеми та силовій електроніки. Проблеми стабільності були ідентифіковані з можливими рішеннями з критеріїв сталого стану, слабкого та сильного сигналу. Інтелектуальні електронні пристрої (IED) є стандартним обладнанням захисту та керування, яке використовується зараз в енергосистемах. Ці інтелектуальні пристрої використовуються для різних програм, таких як управління та захист системи, отже, можуть запускати системне моделювання та аналіз енергосистем.

У енергосистемі Великобританії регулювання частоти за попиту (DSFC) і BESS було розглянуто. Вони є одним із ключових факторів PER для сучасної енергосистеми. BESS розглянуті у попередніх роботах для застосування частотного регулювання в енергосистемі. Він забезпечує швидку динамічну реакцію та компенсує зміну навантаження з боку мережі. Отже, агреговані BESS можуть брати участь у регулюванні частоти як низькочастотних, і високочастотних резервних послуг.

Частота в енергосистемі - це змінна в реальному часі змінна, яка вказує на баланс між генерацією та попитом. У Великобританії National Grid є системним оператором, який відповідає за підтримку частотної характеристики енергосистеми в допустимих межах. Ці межі визначають два основних рівні: робоча межа, що дорівнює $\pm 0,2$ Гц (тобто від 49,8 Гц до 50,2 Гц), і встановлена законом межа, що дорівнює $\pm 0,5$ Гц (т. е. 49,5 Гц та 50,5 Гц). При значному падінні частоти (тобто нижче 49,2 Гц) передбачено відключення реле низької частоти регулювання частоти як генераторів, і попиту.

Багато втручань системного оператора Великобританії повинні бути прийняті для балансування частоти. Це може бути виконано шляхом інтеграції різних служб балансування, таких як служби резервування, служби безпеки системи та служби частотного відгуку. Ці послуги спрямовані на підтримку частоти у допустимих межах та відновлення частоти після раптових змін попиту чи генерації. Послуги включають як генерацію, так і попит. Послуги частотної характеристики включають тверду частотну характеристику (FFR), обов'язкову частотну характеристику (MFR) та розширену частотну характеристику (EFR), як зазначено нижче.

Перетворювач частоти дозволяє контролювати тиск на насосі, проводячи швидкість кружляння. Натиск, який необхідний системі, виникає завдяки перетворювача і перевіряють все за допомогою датчика тиску. Також, перетворювач, завдяки програмі, може стопорити агрегат при припиненні водозбору. За допомогою контролер та перетворювача можна зробити станцію під різні сезон року, або за графіками дня [6].

2.5 Електрообладнання, технологічний контроль, автоматизація та системи керування

Система автоматизації централізованого постачання води передбачає:

- автоматичне управління за програмою.
- Перевірка основних параметрів системи, в автоматичному порядку;
- Щоб автоматично регулювались параметри. Також щоб була автоматичне управління окремих пристроями або будівле [7].

Насосні станції та їх автоматизація.

Система повинна запускати і зупиняти насос після керуючого сигналу, а також виключити аварійно_насос, якщо спрацює система електричної або технологічної безпеки.

Операції які є допоміжні (відчинення та закривання засувів, заливка насосів, остудження підшипників тощо), пов'язані з включенням та зупинкою, а також підключенням запасних агрегатів.

Якщо вимкнеться насос внаслідок впливу захисної апаратури, схеми управління насосами з пуском та застоупоренням на закриту засув відповідний постачати автоматичне закривання засуви. Якщо в процесі пуску виявилось, засов несправне, насос треба погасити.

Для спрощення схеми автоматизації та підвищення її вірності насоси зазвичай радять визначати під бухтою (заповненими водою).

На автоматизованих насосних станціях насоси мають виключатися автоматично при затопленні машинного залу. Для насосних станцій які мають змінний режим роботи повинні мати регулюючі вихідні параметри (натиск та подача) насосних агрегатів.

В система де використовуються регульований привід, забезпечується економія електроенергії на 5-15%, а іноді навіть на 30% [10].

Розрахунок джерела резервної енергії для насосів.

В середньому горизонтальні насоси споживають 960 кВт, в цій системі таких 3 насоси. Глибинні насоси споживають до 10 кВт, та інші споживачі електроенергії які споживають 30кВт. Для всієї систем потрібно понад 3000 кВт.

Розглянемо сонячні панелі, як резервну електроенергію до насосної

станції. Одна кремнієва фотоелектрична сонячна панель на 72 елемента виробляє 300Вт у сонячний день (Розділ 1 с.15).

Тоді виходить:

$$3000\,000\text{Вт} / 300\text{Вт} = 10\,000 \text{ (панелей)} \quad (2.7)$$

Нам знадобиться 10 000 панелей, та інвертор на 3000кВт або 30 інверторів по 100 кВт (інвертор Solis – 100K-5G).

Розглянемо вітрогенератор, як резервну електроенергію для глибинного насосу та для підтримки основних систем, із за високої вартість та великого терміну окупності. Вітрогенератор копаній WES на 45 кВт вартість якого складає понад 4 000 000 грн, окупається понад 5 років.

Висновки до розділу 2

В даному розділі було визначення водоспоживання води для населення, яке складає 543 м³ на добу, джерело водопостачання, а саме водозабірні свердловини. Було також розраховано необхідний об'єм башти 65 м³. В даному розділі, обрався тип насосів, та насосних станцій. Розглядалися прилади частотного регулювання роботи насосних агрегатів, принцип автоматизації насосних станцій. Також були розглянуті джерела резервної енергії для насосів.

Далі буде створюватися структурна схема, функціональна схема, алгоритми роботи.

3 ОПИС СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНОГО ПОСТАЧАННЯ ВОДИ ВІДДАЛЕНЕ СЕЛИЩЕ

3.1 Структура насосної станції

На рисунку 3.1 приведенна структура насосної станції. За допомогою датчика рівня води регулюються пороги увімкнення свердловинного насоса. Датчики тиску підтримують тиск у заданому діапазоні, завдяки цьому зменшується навантаження на гідравлічну мережу. Знижується сили гідравлічних ударів під час пусків та зупинок насосів. Зменшується навантаження на електричну мережу. Насос витрачає тільки ту частину енергії, яка йому потрібна, що призводить до збільшення ККД усієї системи. Також завдяки датчиків тиску, отримуються інформація про пориви на певних ділянках.

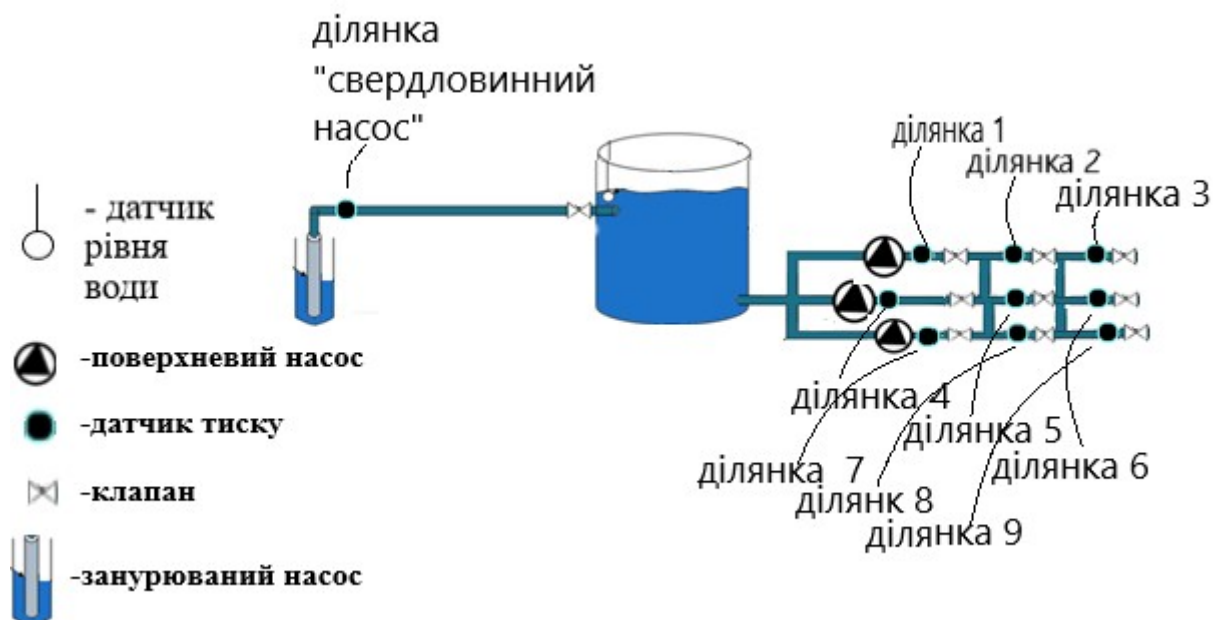


Рисунок 3.1 – Структура насосної станції

Опис автоматизованого процесу.

Контролер ПЛК100-220 керує насосною станцією за сигналом від

датчика тиску ПД100И, що знаходиться на виході насосної станції. Контролер надає можливість вибору режиму роботи: Ручний/Авто/Віддалений.

У режимі РУЧНОГО увімкнення насосів здійснюється з кнопочого поста оператора (шафи керування) підвищувальної насосної станції.

У режимі АВТО увімкнення насоса відбувається при зниженні тиску в мережі зі збільшенням водорозбору. Розпочинає роботу насос №1, потужність якого регулюється перетворювачем частоти ПЧВ1 (постійний майстер) залежно від розбору води в системі.

При досягненні максимальної потужності насоса №1 і нестачі тиску в системі починає працювати другий насос №2, який може живитись безпосередньо від мережі або через пристрої плавного пуску УПП2 (рекомендується). Потужність насоса № 1 знижується до мінімуму за сигналом від ПЧВ, і починається розгін двигуна насоса № 1 до досягнення встановленого тиску за сигналом з датчика тиску ПД100И на виході насосної станції. Підмикання насоса № 3 відбувається аналогічно підмиканню насоса № 2.

Якщо ПНР працює з мінімальною продуктивністю (менше 5 % від проектної потужності) довше встановленого часу, а цей час може бути встановлено раніше, або задаватися користувачем, то насосна станція припиняє роботу і система переходить на сплячий режим.

Якщо пристрій фіксує сигнал про несправність ПЧВ, то насос переходить в стан «Аварія насоса». Якщо основний насос-майстер несправний або заблокований, контролер ПЛК100-220 вимикає основний алгоритм і вводить в роботу другий і третій насоси за резервним алгоритмом. Після відновлення працездатності основного насоса система повертається до роботи за основним алгоритмом «Постійний майстер».

Захист від «сухого» ходу здійснюється за аналоговим сигналом від датчика тиску на вході насосної станції та/або дискретним сигналом від датчика «сухого» ходу на вході насосної станції.

Аварійні події фіксуються в журнал ПЛК100-220, побудований за принципом стека і розрахований на 24 записи.

Диспетчеризація об'єктів ведеться в хмарному сервісі.

Реалізація проекту.

Для реалізації дипломного проекту система повинна складатися з:

1) шафа управління, до якої входить:

- пристрій керування;
- логічний контролер (ПЛК), що програмується;
- первинні перетворювачі;
- датчики тиску;
- нормуючий перетворювач;
- перетворювач частоти (ПЧ);
- блоки живлення первинних перетворювачів та допоміжного обладнання;

2) силова шафа, що включає: силові контактори, автоматичні вимикачі;

3) шафа контролю та управління розподільчого вузла, що включає:

- пристрій керування
- модуль дискретного введення/виводу;
- первинні перетворювачі – датчики тиску;
- нормуючий перетворювач;
- блоки живлення первинних перетворювачів та допоміжного обладнання;

4) Диспетчерський пункт із встановленим ПЗ для відстеження стану обладнання.

До складу програмного забезпечення диспетчерського пункту входять:

- 1) операційна система Windows (для ПК);
- 2) програмне забезпечення Scada (для диспетчеризації системи).

ПЛК – це мікропроцесор, який необхідний для збору, деяких випадках для перетворення або обробки і навіть зберігання керуючих сигналів або інформації.

ПЧ – електронний пристрій, призначений зміни частоти. ПЧ дозволяє проводити регулювання режиму роботи, а також містить у собі пристрої, що дозволяють організувати всі види захисту обладнання.

Нормуючий перетворювач - пристрій, призначений для перетворення струмового сигналу первинного перетворювача в числовий та напрямки отриманого сигналу на ПЛК.

Можливі кілька способів реалізації передачі між розподільним пунктом і свердловиною:

- 1) передача через Scada-систему (передача даних відбувається за рахунок модемів у вигляді мереж GPRS);
- 2) провідні мережі;
- 3) радіомодеми із протоколом Modbus.

Система вимагає постійного обміну даними між об'єктами, якими треба керувати і пункту управління. Перший варіант не підходить через необхідність передачі даних у великому обсязі між об'єктами та збільшення витрат на утримання системи. Дротова мережа не має потрібного ступеня надійності (велика ймовірність обриву проводу при вітрі), а також необхідні великі капіталовкладення (опори, копка траншей). Враховуючи вищевикладене, обмін даними доцільно створити за допомогою радіомодемів діапазонів, що не ліцензуються.

Для цього способу потрібні антени. Проте оскільки об'єкти перебувають у різних висотах (Рисунок 3.2) і з-поміж них є житлові будівлі, прямої видимості немає, то постійного сигналу необхідні спрямовані антени.

У радіомодема є певний частотний спектр, він враховується при проектуваннях бездротової системи, оскільки цей параметр впливає на дальність зв'язку, пропускну здатність, енергоспоживанням. З посиленням радіочастоти величина шумів зменшується, зростає здатність антен, однак у хвилі зменшується здатність огинати перешкоди. У широко використовують лише два діапазони за умови щільної забудови:

- 1) 433 МГц (застосовується переважно для рухомих об'єктів);

2) 868 МГц (застосовується переважно для статичних об'єктів).

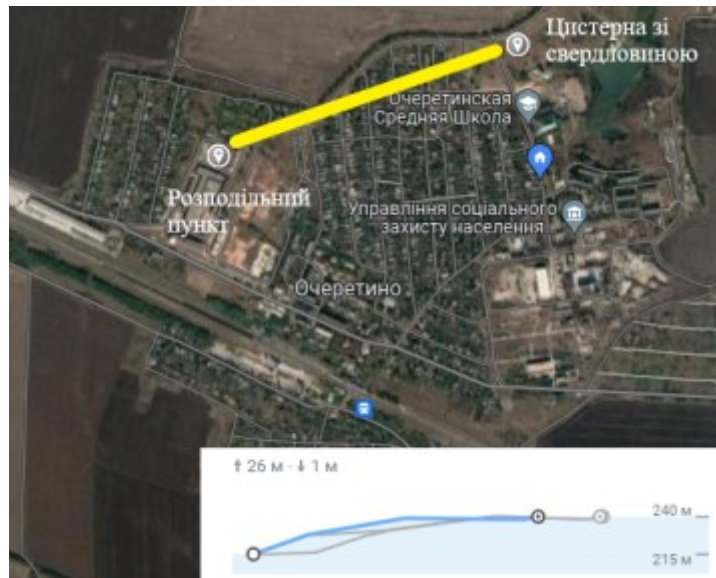


Рисунок 3.2 – Профіль рельєфу ділянки мережі до розподільного пункту

Далі буде детальніше розглянуто обладнання, яке використовується для даної автоматизованої системи водопостачання.

Програмований контролер ПЛК100-220.Р-М – це моноблочний контролер, у якого є як дискретні так і аналогові входи/виходи. (Рисунок 3.3а). Даний ПЛК необхідний для створення систем управління, також він підходить для побудови систем диспетчеризації, управління механізмами. ПЛК програмується за програми CoDeSys v2.3. Контролер також має підтримку нестандартних протоколів за будь-яким інтерфейсом, це дозволяє підключати всі можливі пристрої (такі пристрої як електро-, газо-, водолічильники, тощо) [11].

Вимірник двоканальний ТРМ-200 – цей пристрій застосовується для вимірювань фізичних параметрів систем залежно від датчиків, які до нього підключені (температури, рівня, тиску, вологості, ваги та інших фізичних параметрів теплоносіїв та різних середовищ). ТРМ-200 (Малюнок 3.3б) має на борту два універсальні входи до яких підключатися датчики, два індикатори, які відображають вимірювані значення, інтерфейс RS-485 [12].

МК110 – це модулі дискретного вводу/виводу. Вони необхідні для управління вихідними елементами, збору даних з дискретних входів модуля з передачею в мережу RS-485, зберігання інформації [13].

Радіомодем E-byte DTU32 (Малюнок 3.3в) даний радіомодем має діапазон 868 МГц з розширеним спектром і використовується для стаціонарних мереж, у нього є перевага в дальності та швидкості обміну даними. Через невелику довжину хвилі (діапазон 35 см) застосовуються компактні антени з великим коефіцієнтом посилення інтерфейсів RS-232 і RS-485, також радіомодем підтримує шифрування і стиснення даних [14].

Як запірну арматуру застосований кульовий кран з електроприводом (Малюнок 3.3г). Кран має автоматизований вузол із запірним механізмом, який рухається за допомогою електроприводу, він також обладнаний кінцевими вимикачами, це дозволяє відстежити положення запірної арматури.



Рисунок 3.3 – Устаткування автоматизованої системи водопостачання

Структурну схему автоматизованої системи для селища Очеретине

показано на малюнку 3.4. Штриховими лініями вказана радіоканальна ділянка підмережі Modbus RS485 контролера ПЛК-100.

Використання радіомодемів дало нам стійкий високошвидкісний зв'язок між обладнанням розподільного пункту системи водопостачання та обладнанням цистерни та свердловини.

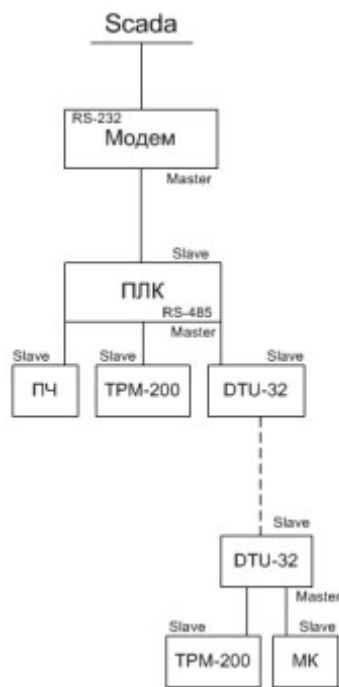


Рисунок 3.4 – Схема обладнання автоматизованої системи водопостачання

3.2 Структура резервної електроенергії для постачання води

На рисунку 3.5 приведена структурна схема резервної електроенергії. Сонячні батареї, та вітрогенератор виробляють струм, що надходить до контролера МРРТ. Контролер заряду акумуляторів здійснює корекцію (стабілізацію) постійного струму для заряду акумуляторів та виробляє якісний багатостадійний заряд батарей різних типів: AGM, GEL, OpzS, OpzV, NiCd або високотехнологічних літійових акумуляторів (Li-ion). Коли

аккумулятор повністю заряджений, надлишок електричної енергії надходить на вхід інвертора напруги DC/AC, до виходу якого підключаються споживачі змінного струму (AC). У періоди відсутності сонячної активності (вечір, ніч та ранній ранок) електроенергія для споживачів змінного струму черпається з аккумуляторних батарей (DC) і перетворюється на змінну (AC) за допомогою інвертора напруги.

Сучасні функції інверторів дозволяють дуже гнучко налаштовувати схему роботи сонячної та вітряних електростанцій.

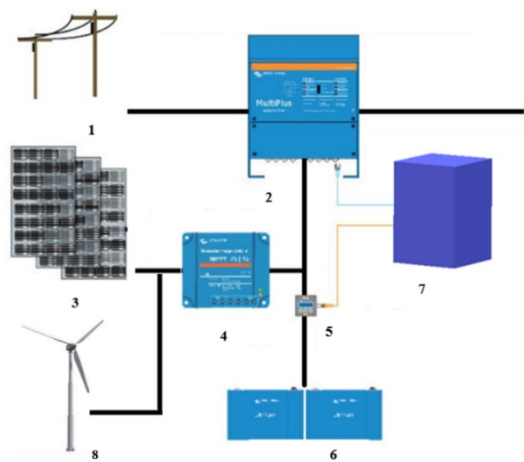


Рисунок 3.5 – Структурна схема резервної електроенергії

1-Мережеве підключення; 2-Інвертор із зарядним пристроєм; 3-Сонячні панелі; 4-Датчик напруги (контролер MPPT); 5-Батарейний моніторинг; 6-Акумулятори; 7-Станція автоматичного керування; 8-Вітрогенератор

3.3 Побудування автоматизованої системи водопостачання об'єкту з використанням безпроводного зв'язку

На рисунку 3.6 приведена схема автоматизованої системи водопостачання об'єкту з використанням безпроводного зв'язку. Ця система збирає інформацію з ділянок системи, та будує модель в SCADA системі у реальному часі. У оператора є можливість керувати всією системою, також оператор зможе виявити критичні стан системи. Система дозволяє

отримувати інформацію з віддалених ділянок системи. Це забезпечується за допомогою бездротових технологій. В системі є сервер зберігання інформації.

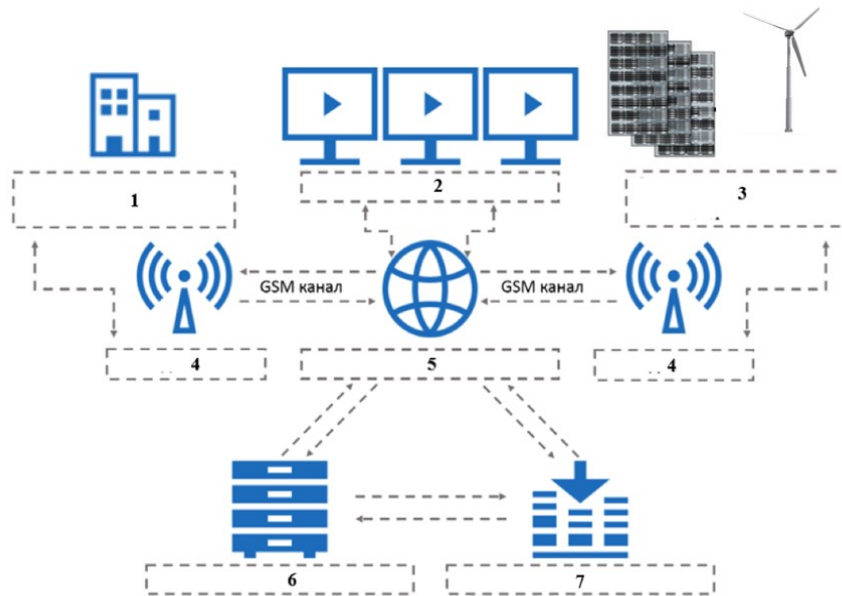
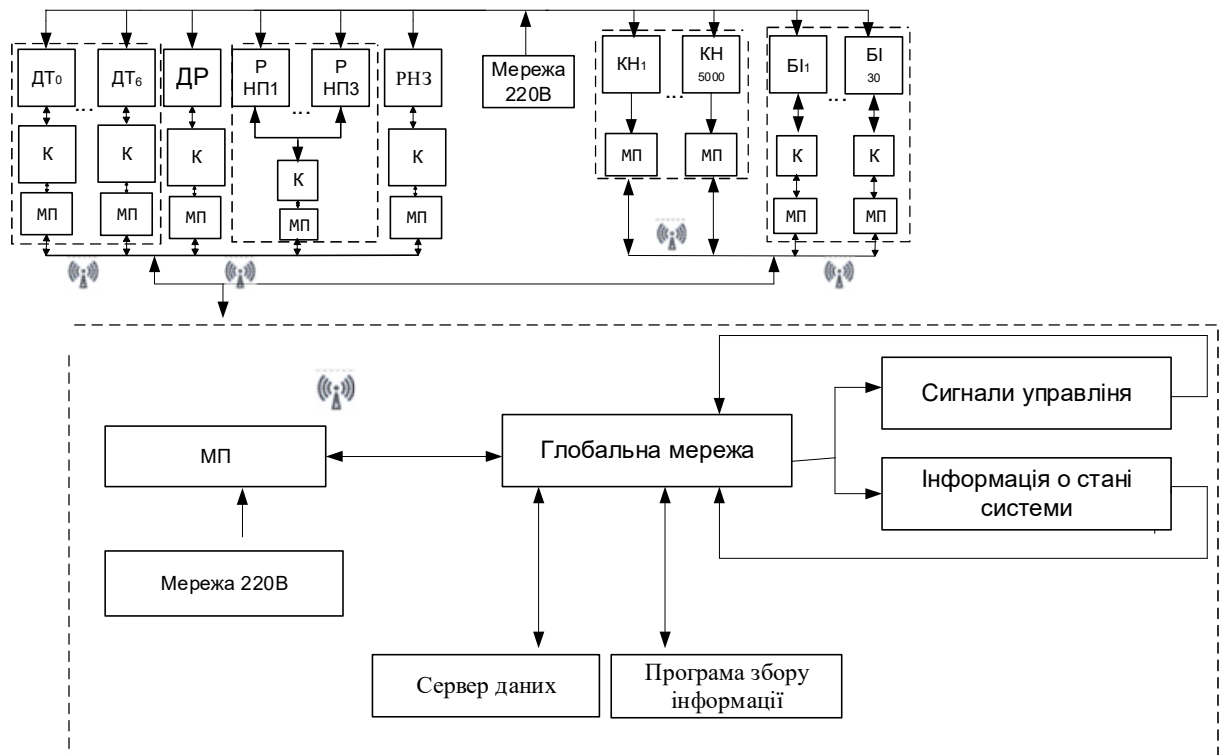


Рисунок 3.6 – Схема автоматизованої системи водопостачання об'єкту з використанням безпроводного зв'язку

1- Станція автоматичного водопостачання; 2-Програми клієнтів; 3- Станція автоматичного електропостачання; 4-Модем GPRS; 5-Глобальна мережа; 6-Сервер даних; 7-Програма збору інформації.

3.4 Функціональна схема контролю та управління автономного постачання води та енергії віддалених селищ

На рисунку 3.7 зображена функціональна схема контролю та управління автономного постачання води та енергії.



Рисунку 3.7 – Функціональна схема контролю та управління автономного постачання води та енергії

РНП-реле управління поверхневим насосом; ДТ-датчик контролю тиску; ДР-датчик контролю рівня води; РНЗ- реле управління свердловинним насосом; БІ-блок управління інвертором; К- програмований контролер; КН- контролер напруги; МП - модуль передачі (прийому) даних.

Датчик тиску - вимірює тиск створений водою у трубі, завдяки цьому можна перевірити, чи є на ділянки порив водопроводу. Датчик рівня – діагностує рівень води у цистерні. Датчик напруги –вимірює напругу від сонячних панелей. Модуль передачі (прийому) даних– це радіомодем, який приймає та передає сигнал до глобальної мережі. Інформація оператора – інформація отримана з датчиків та оброблена в Глобальній мережі. Сигнали управління – передача сигналу до органів управління: поверхневий насос, занурюваний насос, інвертор. Блок живлення – електромережа. Програма збору інформацій – збирає інформацію з контролерів. Сервер даних - збирає інформацію з контролерів.

Датчики підключається до модуля передачі (прийому) даних. Самі датчики перебувають по всій системі і підключені до контролера завдяки кабелю. Інформація приходить диспетчеру завдяки глобальній мережі до серверного збору даних, де завдяки програмному забезпеченню диспетчер може моніторити стан системи. У програмному забезпеченні обробляються вихідні сигнали датчиків і видаються команди на виконавчі органи.

3.5 Розробка робочого алгоритму

На рисунку 3.8 приведена блок-схема алгоритму контролю и управління автономного постачання води віддалених селищ.

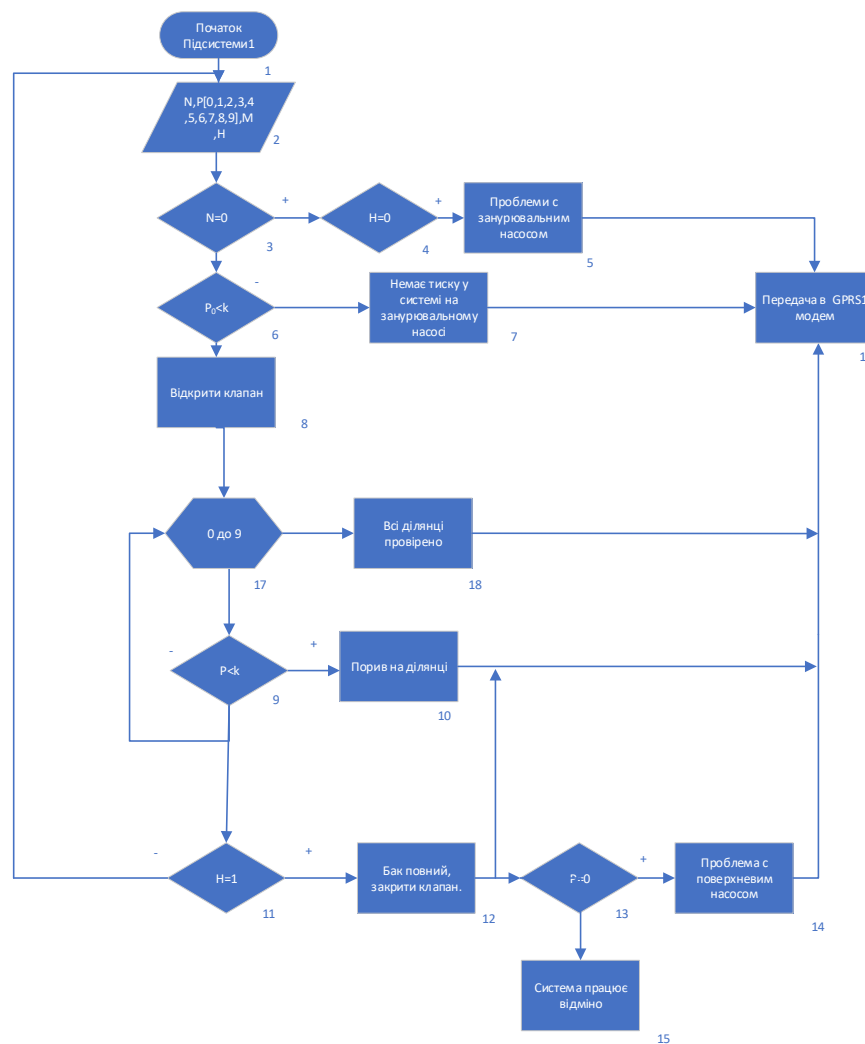


Рисунок 3.8 – Блок-схема алгоритму контролю и управління автономного постачання води віддалених селищ

Специфікація позначень, прийнятих у блок-схемі, наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Специфікація позначень, прийнятих у блок-схемі алгоритму

Позначка у блок – схемі	Найменування позначки
N	Сигнал з занурювального насосу
P	Сигнал с датчика тиску
M	Сигнал с датчика витoku
H	Сигнал с датчику рівня води
k	Заданий коефіцієнт тиску у системі (5 бар)

На рисунку 3.9 приведена блок-схема контролю и управління автономного постачання води віддалених селищ. При включені свердловинного насосу перевіряється, саме его включення (блок №3), якщо він вимкнтий перевіряється, чи повний бак (блок №4), якщо бак пустий, система інформує оператора (блок №5) та відправляє дані в GPRS1 модем (блок №16), також перевіряється тиск на ділянці с свердловинним насосом (блок №6), якщо тиску нема, система інформує оператора (блок №4) та відправляє дані в GPRS1 модем (блок №16). Якщо в системі є тиск, відкривається клапан цистерни (блок №8). Далі система перевіряється на порив води у системі (блок №9), якщо система порівняв значення виявило менший тиск, чим заданого коефіцієнту, система інформує оператора (блок №10) та відправляє дані в GPRS1 модем (блок №16). В кінці система перевіряє, заповнення цистерни (блок №11), якщо вона повна, система інформує оператора (блок №12) та відправляє дані в GPRS1 модем (блок №16), далі вона перевіряє тиск системи який надходить споживачам, тим самим перевіряючи поверхневі насоси (блок №17), система передає інформацію оператору (блок №18), та виправляє дані в GPRS1 модем (блок №16).

На рисунку 3.9 приведена блок-схема алгоритму контролю и

управління автономного постачання енергії для насосної станції.

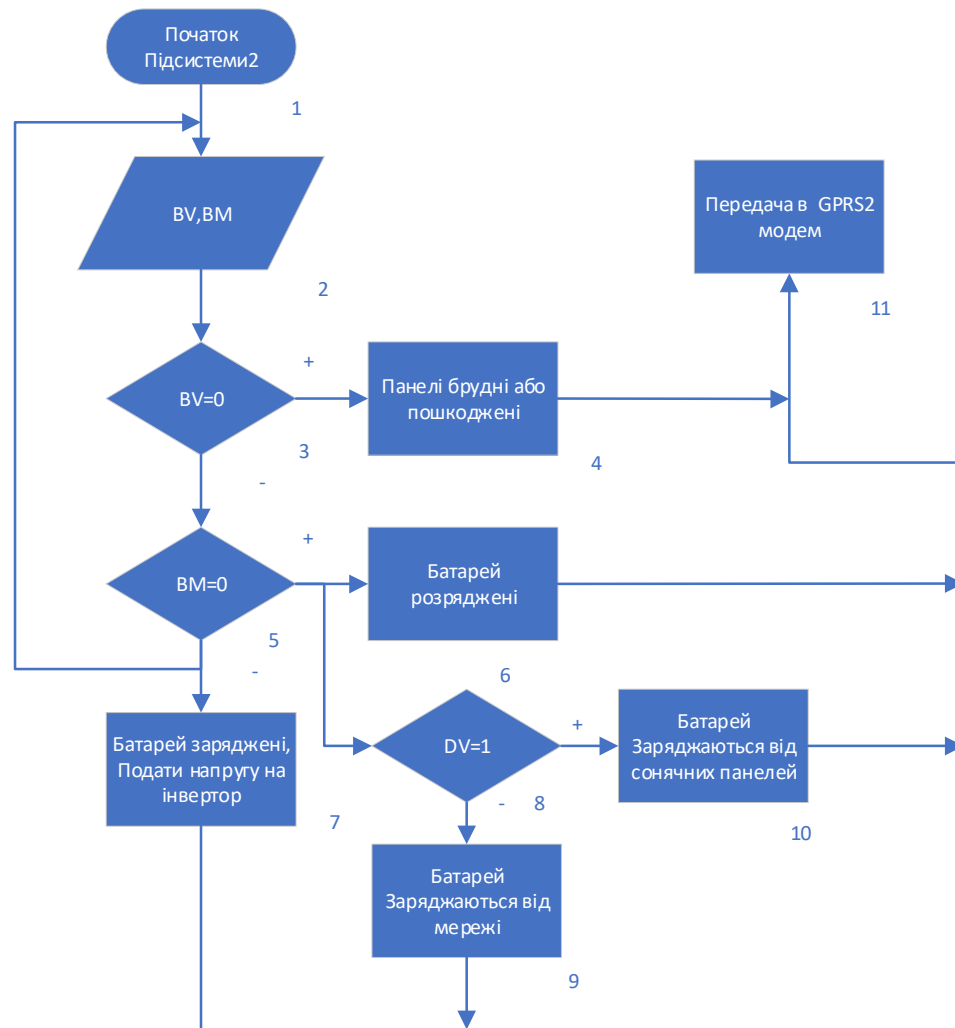


Рисунок 3.9 – Блок-схема алгоритму контролю и управління автономного постачання енергії віддалених селищ

Специфікація позначень, прийнятих у блок-схемі, наведена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Специфікація позначень, прийнятих у блок-схемі алгоритму

Позначка у блок – схемі	Найменування позначки
BV	Сигнал с датчика напруги
BM	Датчик зарядки батареї

На рисунку 3.2 приведена блок-схема контролю и управління автономного постачання енергії віддалених селищ. С початку перевіряється напруга (блок №3), яка йде з сонячних панелей, якщо її нема, або занадто мало, система інформує про це (блок №4), та передає інформацію в GPRS 2 (блок №11) модем. Далі система перевіряю накопичену енергію, то інформує про це (блок №6, блок №7), та передає інформацію в GPRS 2 (блок №11) модем. Якщо заряд повний, то через інвертор, живлення постачається насосній станції. Якщо заряд відсутній, то система перевіряє напруги з панелей (блок №8), якщо вона є, акумулятори заряджаються від панелей (блок №10), якщо ні, то від загальної мережі, або вітрогенератора.

3.6 Розробка SCADA системи

В якості для створення SCADA системи, була вибрана програма Vijeo Citect. Ця програма підтримує широкий спектр обладнання Schneider Electric, а також контролери інших виробників ПЛК. В ній є велика колекція символів промислового обладнання, створення графічних екранів. Дозволяє створити та налагодити повноцінний проект без придбання ліцензій.

На рисунку 3.10 приведена SCADA система насосної станції.

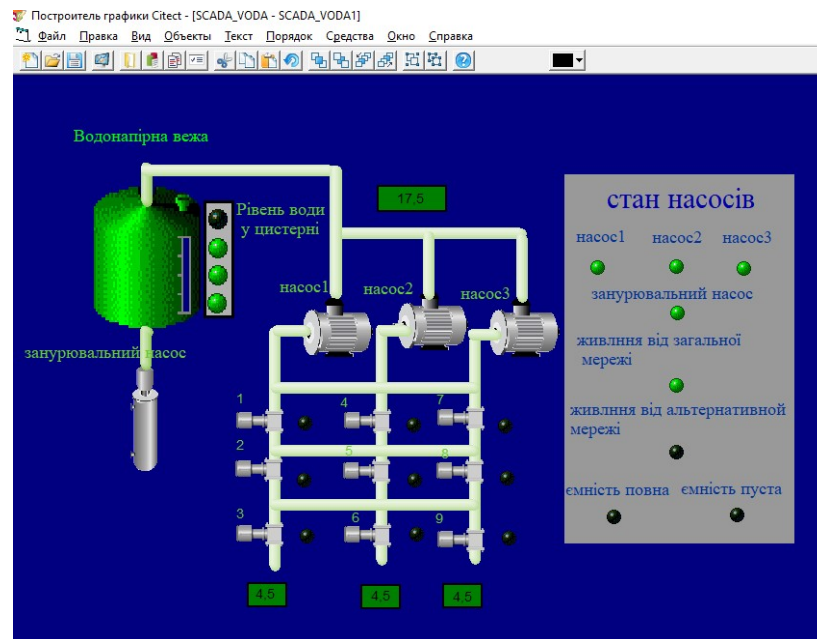


Рисунок 3.10 – SCADA система насосної станції

На рисунку 3.10 ми бачимо рівень води в ємності, стан поплавкових датчиків рівня (верхній, нижній і два проміжні - зліва на ємності), стан всіх трьох насосів, коли вмикається червоний то насос несправний, черговість включення, тиск води на вході та на виході насосної станції, уставки рівнів (сигналізація повної/порожньої ємності), живлення системи (від загальної або додаткової).

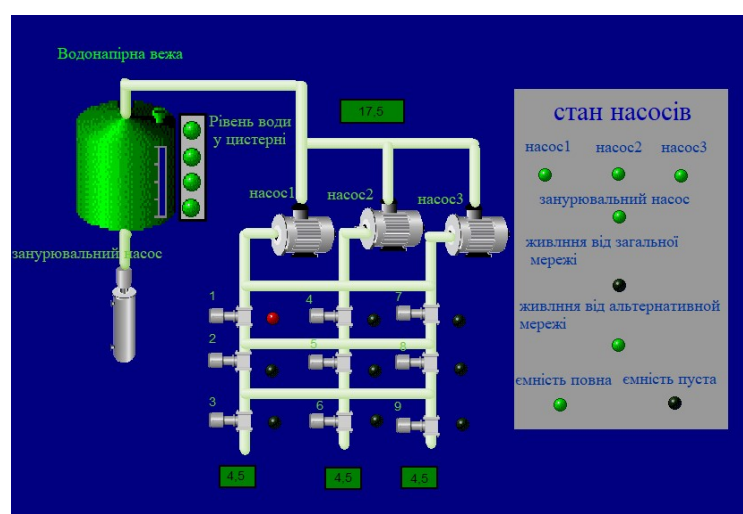


Рисунок 3.11 – Стан системи при додатковому живленні

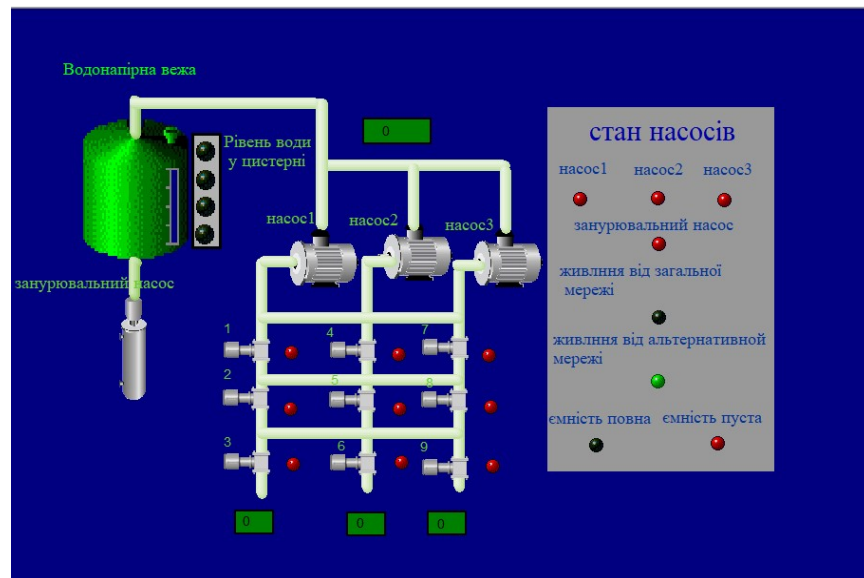


Рисунок 3.12 – Аварійний стан системи

На рисунках 3.11 та 3.12 зображено стан системи. На рисунку 3.11 зображено частково аварійний стан системи, коли живлення береться із додаткового джерела. На рисунку 3.12 зображено систему повністю аварійну, коли в системі немає, диску, живлення, води.

Висновок до розділу 3

Третій розділ дипломного проекту присвячений розробці структурних схем, функціональних схем. Також були розроблені алгоритми роботи контролю и управління автономного постачання води віддалених селищ. Розглянуто та обрано обладнання системи: радіомодем E-byte DTU32; модулі дискретного вводу/виводу МК110; контролер ПЛК100-220; Вимірник двоканальний ТРМ-200; поплавковий датчик ПТУ-3; датчик тиску ПД200-ДИ моделі 315. Було створено SCADA систему, ця система дозволяє контролювати стан насосної станції.

ВИСНОВКИ

У цій роботі стояла задача розробки системи автоматизацій водопостачання та електропостачання у віддаленні селища Очеретине, с 3500 осіб. Була проведена робота по вибору і розрахунку основних комплектуючих, органів управління і контролю, так само були обрані датчики, для здійснення мети проекту.

Розроблена система добре підійде для багатьох селищ України, та країн СНГ. Дана система є універсальним. За допомогою бездротової передачі даних, система інформую про її стан з віддалених ділянок всієї системи. Глобальна мережа Інтернет дозволяє в реальному часі отримувати дані про стан системи. В системі є сервер зберігання інформації.

В якості об'єкту автоматизацій виступає селище міського типу Очеретине, яке розташовано в Ясинуватському районі Донецької області. Населення якого складає 3 474, з загальною площею 3,23 км². Селище знаходиться в степовій зоні, клімат помірно континентальний, з малосніжною зимою та спекотним літом. Температур січні в середньому від - 5 до -8 ° С, а у липні може бути в районі 21-23 ° С. В середньому в рік випадає близько 500 мм опадів. Часто, а саме у травні, буває суховії, влітку часто буває посухи, падає град, також бувають курні бурі, взимку часто бувають хуртовини. Даної місцевості, переважно, рівнинний рельєф (заввишки до 233 м), з ярами та балками. Для цього об'єкту буде розроблене система автоматичного керування водопостачання віддаленого селища, також для системи буде розроблено резервне живлення на базі сонячних панелей та вітрогенераторів.

В другому розділі було визначення водоспоживання води для населення, яке складає 543 м³ на добу, джерело водопостачання, а саме водозабірні свердловини. Було також розраховано необхідний об'єм башти 65 м³. В даному розділі, обрався тип насосів, та насосних станцій. Розглядалися прилади частотного регулювання роботи насосних агрегатів,

принцип автоматизації насосних станцій. Також були розглянуті джерела резервної енергії для насосів.

Третій розділ дипломного проекту присвячений розробці структурних схем, функціональних схем. Також були розроблені алгоритми роботи контролю и управління автономного постачання води віддалених селищ. Розглянуто та обрано обладнання системи: радіомодем E-byte DTU32; модулі дискретного вводу/виводу МК110; контролер ПЛК100-220; Вимірник двоканальний ТРМ-200; поплавковий датчик ПТУ-3; датчик тиску ПД200-ДИ моделі 315. Було створено SCADA систему, ця система дозволяє контролювати стан насосної станції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондар О.А., Кавун А.В., Кірсанова Ю.В, Козак В.І., Копитін А.М., ВСороковський В.Є. Сільське питне водопостачання: від ідеї – до реалізації. Як створити централізовану систему водопостачання децентралізованим способом[методичний посібник][URL:https://despro.org.ua/upload/medialibrary/Despro_voda_print.pdf](https://despro.org.ua/upload/medialibrary/Despro_voda_print.pdf)
2. Характеристики сонячних батарей. [електронний ресурс] URL: <http://electrik.info/main/energy/1550-harakteristiki-solnechnyh-batarey.html>
3. Характеристика вітрогенератора . [електронний ресурс] URL:<https://www.engineeringresurs.ru/vodosnabzhenie/proektirovanie-vodosnabzheniya-kottedzhnogo-poselka.html>
4. О. Оглобля, Г. Пархомович, О. Буланий, Г. Чепурна, В. Чванова, О. Гороховська, С. Краток, О. Куколь. Державні будівельні норми України. Водопостачання зовнішні мережі та споруди основні положення проектування дбн в.2.5-74:2013
5. Бондар О.А., Кавун А.В., Кірсанова Ю.В, Козак В.І., Копитін А.М., ВСороковський В.Є. Сільське питне водопостачання: від ідеї – до реалізації. Як створити централізовану систему водопостачання децентралізованим способом [методичний посібник] С.18-22 URL: https://despro.org.ua/upload/medialibrary/Despro_voda_print.pdf
6. Бондар О.А., Кавун А.В., Кірсанова Ю.В, Козак В.І., Копитін А.М., ВСороковський В.Є. Сільське питне водопостачання: від ідеї – до реалізації. Як створити централізовану систему водопостачання децентралізованим способом [методичний посібник]__ С.23-28 URL: https://despro.org.ua/upload/medialibrary/Despro_voda_print.pdf
7. Бондар О.А., Кавун А.В., Кірсанова Ю.В, Козак В.І., Копитін А.М., ВСороковський В.Є. Сільське питне водопостачання: від ідеї – до реалізації. Як створити централізовану систему водопостачання

децентралізованим способом [методичний посібник]__ С.29-32 URL: https://despro.org.ua/upload/medialibrary/Despro_voda_print.pdf

8. Бондар О.А., Кавун А.В., Кірсанова Ю.В, Козак В.І., Копитін А.М., ВСороковський В.Є. Сільське питне водопостачання: від ідеї – до реалізації. despro.org.ua Як створити централізовану систему водопостачання децентралізованим способом [методичний посібник] С.33-35 URL: https://despro.org.ua/upload/medialibrary/Despro_voda_print.pdf

9. Бондар О.А., Кавун А.В., Кірсанова Ю.В, Козак В.І., Копитін А.М., ВСороковський В.Є. Сільське питне водопостачання: від ідеї – до реалізації. Як створити централізовану систему водопостачання децентралізованим способом [методичний посібник] С.36,37 URL: https://despro.org.ua/upload/medialibrary/Despro_voda_print.pdf

10. Бондар О.А., Кавун А.В., Кірсанова Ю.В, Козак В.І., Копитін А.М., ВСороковський В.Є. Сільське питне водопостачання: від ідеї – до реалізації. Як створити централізовану систему водопостачання децентралізованим способом [методичний посібник] С.38-39 URL: https://despro.org.ua/upload/medialibrary/Despro_voda_print.pdf

11. Овен ПЛК100 [електронний ресурс] / Овен Устаткування для автоматизації. – URL: https://owen.ru/product/plk100_150_154.

12. ТРМ200 двоканалний вимірник з універсальним входом та RS485 [електронний ресурс] / Овен Устаткування для автоматизації. – URL: <https://owen.ru/product/trm200>.

13. Модулі дискретного введення/виводу (з інтерфейсом RS-485) МК110 [електронний ресурс] / Овен Устаткування для автоматизації. – URL: https://owen.ru/product/moduli_diskretnogo_vvoda_vivoda_s_interfejsom_rs_485.

14. 868MHz Modem Ebyte [електронний ресурс] / Chengdu Ebyte Electronic Technology Co. – URL: <http://www.cdebyte.net/loramodem/868mhz-modem.html> (Дата обращения 11.03.2020).

ДОДАТОК А

Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуацій на підприємстві

А.1 Характеристика системи водопостачання селища Очеретине

Система водопостачання – це комплекс інженерних споруд паркану, очищення та подачі води споживачам. Вона включає: джерела води, насосні станції, станції очищення, баки, резервуари і мережі трубопроводів

Автоматизація систем водопостачання є актуальним напрямом у сфері електроенергетики. Це пов'язано з тим, що в Україні велике кількість населених пунктів (селища, села), в яких системи водопостачання з ручним керуванням. Що у свою чергу призводить не тільки до підвищення економічних витрат (постійна робота насосів, оплата праці водороздачників), але й до нестабільної роботи системи водопостачання (переливу води в системах з вежами, її нестача, і, як наслідок, низький рівень тиску в системі), а також до частих поломок різних елементів обладнання (часті прямі пуски, постійна робота на максимальних параметрах).

Системи водопостачання дають змогу задовольнити виробничі, господарсько-питні потреби, а також забезпечують водою системи пожежогасіння. Тому автоматизована система водопостачання (далі АСВ) повинна забезпечувати одержання води, її очищення (якщо це необхідно згідно з вимогами споживачів), подачу води до місця її споживання з певними параметрами.

А.2 Основні шкідливі виробничі фактори, що впливають на умови праці робітників відділу АСУ ТП

До основних шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, пов'язаних з роботою на персональному комп'ютері належать: напруга зорових органів та перевтомлення очей; навантаження на кисті рук та пальці; тривале знаходження в статичному стані, що викликає застійні явища в організмі; випромінювання різного виду (рентгенівське, електромагнітне, інфрачервоне, статистичні поля); механічні шуми, пов'язані з роботою кулера, дискового приводу, оргтехніки; іонізація повітря; виділення в повітря робочого приміщення різних хімічних речовин (озон, триметілфосфат, біфеніли); небезпека статичної електрики.

До психологічно шкідливих факторів можна віднести розумову напругу та нервово-емоційне перевантаження, які виникають внаслідок підвищеної концентрації уваги. Усі ці фактори негативно впливають на здоров'я працівників відділу АСУ ТП та сприяють виникненню професійних захворювань: комп'ютерний зоровий синдром; радіохвильова хвороба; синдром висихання рогівки ока; кистьовий тунельний синдром; захворювання шкіри; захворювання кишкового тракту; серцево-судинні захворювання; комп'ютерна алергія.

А.3 Заходи щодо поліпшення умов праці робітників відділу АСУ ТП

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища на працівників відділу АСУ ТП необхідно вжити заходів щодо поліпшення їх умов праці: при облаштуванні робочих місць з ПК не допускати розміщення комп'ютеру у підвальних приміщеннях; приміщення має бути обладнане системою опалення, кондиціонування повітря, вентиляцією; для боротьби зі статичним полем підтримувати відносну

вологість повітря на рівні 50-60% за допомогою кондиціонування, для підлоги використовувати матеріали з антистатичного матеріалу; дотримуватися параметрів: площа на одного працюючого – 6 м², об'єм – 20 м³; відстань від робочого місця з ПК до стіни з вікном повинна становити не менше ніж 1,5 м, від інших стін – на відстані 1 м, а відстань між столами – 1,5 м; не застосовувати для обробки приміщення полімерні матеріали, що виділяють шкідливі хімічні речовини; відстань від екрану комп'ютера до очей повинна складати 50-70 см; час праці за ПК не повинен перевищувати 20 годин на тиждень, при цьому робити перерву кожні 45 хвилин на 5 хвилин.

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища робоче місце з ПК повинно відповідати наступним гігієнічним вимогам: екран та клавіатура повинні розташовуватись на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600...700 мм; висота робочої поверхні робочого столу має регулюватися в межах 680...800 мм; робочий стіл повинен мати простір для ніг заввишки не менше ніж 600 мм, завширшки не менше ніж 500 мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450 мм, на рівні простягнутої ноги - ніж 650 мм.

Для зменшення негативного впливу мобільного апарату необхідно:

- скоротити до мінімуму час розмови по телефону;
- обирати мобільний телефон з мінімальним значенням SAR (Specific Absorbtion Rate).

SAR – одиниця виміру питомої величини поглинання випромінювання організмом людини; максимальна потужність випромінювання телефону. Максимальне значення SAR у Європі складає 2 Вт/кг; підносити термінал до вуха після з'єднання з абонентом. Під час здійснення з'єднання збільшується потужність випромінювання телефону.

Згідно з приведеними вимогами можемо розробити схему необхідного розташування робочих місць, яка приведена на рис. А.1:

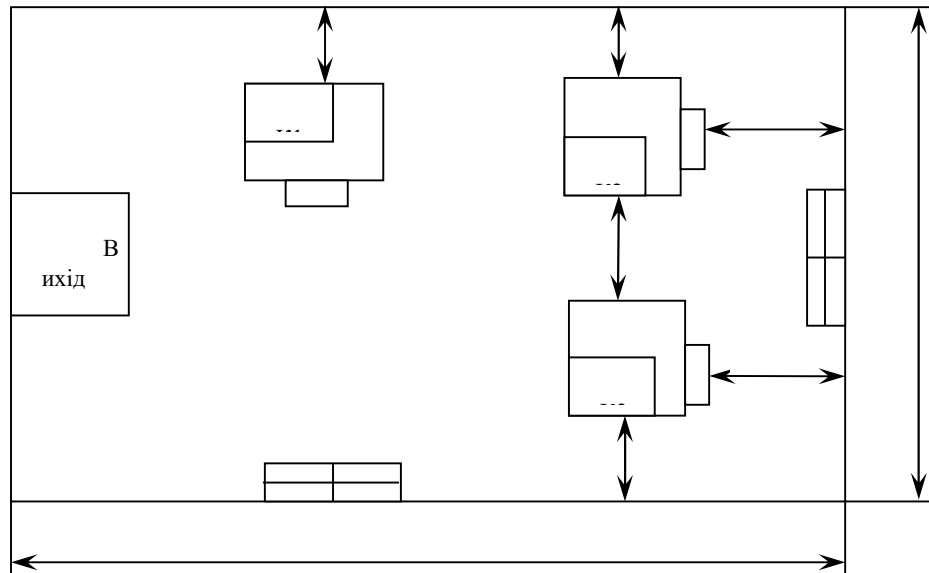


Рисунок А.1 – Облаштованість робочих місць із ПК

Таким чином, дотримано всіх вимог. При цьому працюючі не звернені обличчям до вікна при роботі за комп'ютером.

А.4 Розрахунок кондиціонування та вентиляції для відділу АСУ ТП

У відділі АСУ ТП є джерела екстремальних температур, тому необхідно визначити необхідні умови їх вентилявання. Витрату повітря у відділі з додатковим тепловиділенням визначаємо по формулі:

$$L = \frac{Q_{\text{над}}}{c \cdot p (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}, \quad (\text{А.1})$$

де $Q_{\text{над}}$ - надлишкове виділення тепла в робочому приміщенні, ккал/год.;

c - теплоємність повітря (0,237 ккал/кг);

p - обсягова вага повітря (1,226 кг/м³);

$t_{\text{в}}$ - температура витяжного повітря (26°С);

$t_{\text{н}}$ - температура повітря, що притікає (18°С).

Розрахуємо надлишкове надходження тепла по формулі:

$$Q_{над} = Q_{уст} + Q_{пер} + Q_{осв} + Q_{ср}, \quad (A.2)$$

де $Q_{уст}$ - виділення тепла від устаткування;

$Q_{пер}$ - виділення тепла робітниками;

$Q_{осв}$ - надходження тепла від електричного освітлення;

$Q_{ср}$ - надходження тепла від сонячної радіації через вікна.

Визначимо виділення тепла від устаткування по формулі:

$$Q_{уст} = P \cdot K_a \cdot K_b \cdot 860 \text{ ккал/год}, \quad (A.3)$$

де P - сумарна потужність устаткування, кВт/год;

K_a - коефіцієнт установленної потужності (0,95);

K_b - коефіцієнт одночасної роботи (1,0).

$$Q_{уст} = [(x_1 \cdot k_1) + (x_2 \cdot k_2) + (x_3 \cdot k_3) + (x_4 \cdot k_4)] \cdot K_a \cdot K_b \cdot 860 \text{ ккал/год}, \quad (A.4)$$

де x - кількість системних блоків, моніторів, принтерів, кондиціонерів відповідно; k - потужність системних блоків, моніторів, принтерів, кондиціонерів відповідно.

Розрахуємо:

$$Q_{уст} = [(3 \cdot 0,5) + (3 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,4) + (1 \cdot 6,3)] \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 860 = 490,2 \text{ ккал/год}. \quad (A.5)$$

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою формули:

$$Q_{пер} = n \times g, \quad (A.6)$$

де n - кількість працюючих;

g - кількість тепла, що виділяє один працівник за годину (100 ккал/год.)

Розрахуємо:

$$Q_{\text{пер}} = 6 \times 100 = 600 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.7})$$

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення по формулі:

$$Q_{\text{осв}} = E_{\text{м}} \cdot g_1 \cdot S, \quad (\text{A.8})$$

де $E_{\text{м}}$ – нормована освітленість для цієї зорової роботи, приймаємо рівним 400 лк;

g_1 – питома тепловиділення на 1 м² підлоги при 1 лк освітленості (для люмінесцентних ламп – 0,05 ккал/год.);

S – площа приміщення, м².

Розрахуємо:

$$Q_{\text{осв}} = 400 \cdot 0,05 \cdot 45,44 = 908,8 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.9})$$

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна по формулі:

$$Q_{\text{ср}} = F \cdot g_2 \cdot K_{\text{осл}}, \quad (\text{A.10})$$

де F - площа віконних прорізів (1,55 м²);

g_2 - кількість тепла, що надходить через 1 м² віконного прорізу (65 ккал/год.);

$K_{\text{осл}}$ - коефіцієнт ослаблення, приймаємо - 0,4.

Розрахуємо:

$$Q_{\text{ср}} = 1,55 \cdot 65 \cdot 0,4 = 40,3 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.11})$$

Визначимо кількість надлишкового тепла:

$$Q_{\text{над}} = 490,2 + 600 + 908,8 + 40,3 = 2039,3 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.12})$$

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

$$L = \frac{2039,3}{0,237 \cdot 1,226 \cdot (26 - 18)} = 877,31 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (\text{A.13})$$

Існуюча в наявності система вентилявання має продуктивність 600 куб. м./годину, але це не задовольняє необхідним нормативам. Потрібно замінити функціонуючу систему вентилявання на більш потужнішу. Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Відповідно доданих санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря і відносна вологість у холодні періоди року повинна складати 22-24 градуса по Цельсію, 0,1 метра в секунду і 40-60 % відповідно. У теплі періоди року температура повітря повинна складати 23-25 градусів Цельсія, рухливість повітря 0,1-0,2 метрів секунду, вологість 40-60 %. Температура може коливатися від 22 до 26 градусів Цельсія при збереженні всіх інших параметрів мікроклімату. Вище зазначені норми цілком відповідають фактичним відділу АСУ ТП.

А.5 Розрахунок системи загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання

Розміри відділу: довжина (а=7,1 м), ширина (в=6,4 м), висота (h=3 м).
Визначимо норми освітлення для та розрахункову висоту для виділених зон.

Мінімальна освітленість за нормами $E=400$ лк. Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття - $P_{\text{стелі}} = 70\%$, $P_{\text{стін}} = 50\%$. Висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,7$ м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ-15, які підвищуються до стелі, відстань від світильника до стелі $h_c = 0,5$ м. Мінімальна освітленість за нормами $E=400$ лк.

- 1) Визначимо висоту підвісу світильників над підлогою:

$$h_0 = H - h_c = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ м.} \quad (\text{A.14})$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання потужністю до 200 Вт мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СНіП П-4-79 повинна бути у межах 2,5 - 4,0 м, залежно від характеристики світильника. В нашому випадку по відповідає цій вимозі.

- 2) Визначимо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 2,5 - 0,7 = 1,8 \text{ м.} \quad (\text{A.15})$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками (L) і висоти їх підвісу (h).

- 3) Визначимо рекомендовану відстань між світильниками:

$$L = 0,7h = 0,7 \cdot 1,8 = 1,26 \text{ м.} \quad (\text{A.16})$$

- 4) Розрахуємо необхідну кількість світильників:

$$N = \frac{ab}{L^2} = \frac{7,1 \cdot 6,4}{1,16^2} = 33,77 \approx 35 \quad (\text{A.17})$$

Приймаємо 35 світильників, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у 3 ряди по 7 штук.

5) Світловий потік лампи світильника визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \text{ккал / год}, \quad (\text{A.18})$$

де E - нормативна освітленість, лк;

K_3 - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп (1,5);

S - площа приміщення, що освітлюється, м^2 ;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення для ламп розжарювання (=1,15);

N - кількість світильників;

n - кількість ламп у світильнику;

η - коефіцієнт використання світового потоку, який визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

6) Визначимо показник приміщення для кожної зони:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{7,1 \cdot 6,4}{1,8 \cdot (7,1 + 6,4)} = 1,8 \quad (\text{A.19})$$

7) З таблиці 3.25 [2] знаходимо коефіцієнт використання ($\eta = 0,52$) для світильників УПМ-15 (при $P_{\text{стелі}} = 70\%$, $P_{\text{стін}} = 50\%$).

8) Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику цього типу встановлена лише одна лампа, дорівнює:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 45,44 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{35 \cdot 0,52} = 1722,73 \text{лм} \quad (\text{A.20})$$

9) З таблиці 3.27 [2] обираємо лампу БК (біспіральна криптонова) потужністю 100 Вт, світловий потік якої становить 1450 лм. Хоча це значення менше розрахованого на 14%, однак не перевищує встановлену норму ($-0\% < \Delta\Phi_{\text{л}} < +20\%$). Сумарна електрична потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні становить:

$$\Sigma P_{\text{св}} = P \cdot N = 100 \cdot 35 = 3,5 \text{ кВт.} \quad (\text{A.21})$$

А.6 Пожежна безпека

У приміщенні відділу АСУ ТП основні міри для забезпечення пожежної безпеки визначає Інструкція про заходи пожежної безпеки для службових приміщень. Вона є обов'язковою для виконання всіма співробітниками. В інструкції про засоби пожежної безпеки для службових приміщень забороняється: улаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні плавкі вставки в запобіжниках, прокладати електричні проводи безпосередньо по пальній основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами), використовувати саморобні подовжувачі, що не відповідають вимогам Правил пристрою електроустановок; пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвішування одягу й інших предметів, обгортати електролампи і світильники, заклеювати ділянки електромережі пальною тканиною, папером; використовувати побутові електрокип'ятильники, чайники тощо без непалених підставок, залишати без нагляду включеними в електромережу кондиціонери, комп'ютери, рахункові і друкарські машинки і т.п.; захаращувати підступи до засобів пожежогасіння, використовувати пожежні крани, рукави і пожежний інвентар не за призначенням, зберігати документи, різні матеріали, предмети й інвентар у шафах (нішах) інженерних комунікацій; курити (крім спеціально відведених для цього адміністрацією

місць, позначених написом «Місце для паління» і забезпечених урною чи попільницею з непаленого матеріалу), проводити зварювальні й інші вогневі роботи без оформлення відповідного дозволу, застосовувати легкозаймисті рідини.

А.7 Безпека при надзвичайних ситуаціях на підприємстві

Меблі й устаткування в цехах підприємства МК «Азовсталь» повинні розміщатися таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (шириною не менше 1 м). Евакуаційні шляхи і виходи необхідно постійно держати вільними, нічим не захащувати. Засоби протипожежного захисту в приміщеннях потрібні триматися у справному стані.

У випадку виявлення пожежі слід: негайно повідомити державну пожежну охорону за телефоном «101», вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, своє прізвище; повідомити про пожежу керівництву, а в нічний час черговому охоронцю;

У разі можливості почати гасіння пожежі наявними засобами, організувати зустріч пожежних підрозділів.

При виникненні пожежі у початковій стадії його розвитку випромінюється тепло, токсичні продукти згоряння, імовірні руйнування будівельних споруд. Тому слід як можна швидше провести евакуацію людей із палаючої будівлі. Показником ефективності евакуації є час, протягом якого працівники можуть при необхідності залишити окремі приміщення і будівлю в цілому. Безпека евакуації досягається тоді, коли час евакуації не перевищує час настання критичної фази розвитку пожежі, тобто часу від початку пожежі до досягнення граничних для людини впливів факторі пожежі (критичних температур, ступені задимлення, зниження концентрації кисню и т.п.). Число евакуаційних виходів повинно бути не менш двох. Вони повинні

розташовуватися розосереджено.

Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися у напрямку виходу із будівлі. У кожному приміщенні на видному місці повинен бути вивішений план евакуації при пожежі. При пожежі обов'язково необхідно враховувати небезпечні чинники і механізм їх дії на людину. Користуватися ліфтом категорично забороняється. Шахта ліфта є шляхом для поширення диму і отруйних продуктів горіння, до того ж при пожежі ліфт часто відключають і можна опинитися в пастці при пожежі.

Якщо ви знаходитесь в приміщенні де немає пожежі, но відрізани вогнем, димом, високою температурою від головних шляхів евакуації, то в першу чергу необхідно заважити доступу диму и продуктів горіння в це приміщення. Для чого необхідно негайно закрити усі щілини у дверях та під ними змоченими водою ганчірками, рушниками, робочими халатами та іншим.

Якщо приміщення все ж заповнено димом, необхідно підповзти до вікна, закрити при цьому рот та ніс змоченою тканиною, яка грає роль фільтру та в певній мірі захищає від продуктів горіння.

Рухатись у задимленій зоні поповзом або максимально пригнувшись, необхідно тому що більшість нагрітих газоподібних отруйних речовин та дим збираються у верхній зоні приміщення, окрім цього, в приміщенні при горінні температура на рівні очей людини у 6 разів вище за температуру на рівні полу, до того ж внизу завжди зберігається більша концентрація кисню. Коли ви опинились біля вікна трохи відкрийте його та дихайте через щілину, очікуючи прибуття пожежників. При їх прибутті негайно зверніть на себе увагу. Ніколи не стрибайте через вікно без відомої на це необхідності (кожний другий стрибок з 4-го поверху при пожежі - смертельний).

ДОДАТОК Б

Конструктивне виконання

Таблиця Б.1 – Типи та конструкції насосів

Тип насосів	Умови влаштування	Характеристики	Переваги/Недоліки
Глибинні насоси (насоси типу ЕЦВ)	Використовуються для улаштування свердловин. Тип глибинного насоса свердловини та електродвигуна до нього вибирають з огляду на характер, глибину, дебіт свердловини та висоту піднімання води. Подачу насоса визначають за максимальними годинними витратами	Насоси типу ЕЦВ належать до відцентрових багатоступеневих насосів. Робочі органи насоса виготовлено з матеріалів, стійких до корозії. Електронасосний агрегат типу ЕЦВ складається з відцентрового насоса, занурювального електродвигуна, струмопровідного кабелю.	• Широка номенклатура насосів • Висока надійність • Ремонтна спроможність • Невисока ціна
Консольні насоси (насоси типу «К»)	Використовуються для підвищувальних насосних станцій. Найпоширеніший тип невеликих відцентрових насосів, використовуваних у системах сільськогосподарського водопостачання	Відцентровий, горизонтальний, консольний, з сальниковим ущільненням вала, призначений для перекачування води. Матеріал основних частин – сірий чавун	• Широка номенклатура насосів • Висока надійність • Ремонтна спроможність • Невисока ціна • Використовуються для не високих продуктивностей (до 200 м³/год.)
Горизонтальні насоси двостороннього входу (насоси типу «Д»)	Використовуються для улаштування підвищувальних насосних станцій, у системах водопостачання більших сіл (селищ) та міст	Насоси мають корпус з осьовим горизонтальним роз'ємом. Робоче колесо двостороннього входу. Ущільнення вала сальникове. Комплектувальний електродвигун з'єднується з насосом пружною пальцевою муфтою.	• Висока надійність • Ремонтна спроможність • Вища ціна • Використовуються для більших продуктивностей. (понад 200 м³/год.)

Таблиця Б.2 – Конструктивне виконання водонапірних башт

Тип башти (резервуара)	Умови влаштування	Характеристики	Переваги/Недоліки
Башта Рожновського	Використовується в невеликих системах сільськогосподарського водопостачання, з малими витратами води	Металеві башти об'ємом 5, 10, 15, 25 і 50 м³. Обладнання башти складається з подавального (відвідного) трубопроводу, переливної та спускної труби. Трубопроводи в межах башти виготовляють зі сталевих труб	• Широко використовується • Помірна ціна • Потребує постійного догляду, зокрема фарбування
Водонапірна башта із баками із пластику	Використовується в системах селищ та невеликих міст	Зварний бак, виконаний із пластикових стільникових конструкцій. Циліндрична опора, виконана з металевих конструкцій. Ємність приймальної частини – 25-100 м³. Монтуються на підготовленому фундаменті та металевій чи цегляній основі визначеної висоти; висота опори – до 20 м. Для захисту пластикового корпусу від дії ультрафіолетового проміння та нагрівання зовнішня поверхня башти покривається спеціальною сонцезахисною фарбою	• Сучасна конструкція • Герметична та гігієнічна • Не потребує постійного фарбування • Вища за металеві башти інвестиційна вартість
Цегляна (бетонна) водонапірна башта	Широко використовувалися раніше в системах селищ та невеликих міст	Зварний металевий бак, циліндрична опора, виконана з металевих конструкцій або цегли. Ємність бака може становити до 200 м³, висота опори – до 25 м	• Застаріла конструкція • Ремонтна спроможність – невисока • Потребує постійного догляду • Вища вартість експлуатації

Таблиця Б.3 – Конструкції резервуарів у системах водопостачання використовують

Тип башти (резервуара)	Умови влаштування	Характеристики	Переваги/Недоліки
Резервуари з залізобетонних елементів	Використовуються як резервуари запасу води в системах сільськогосподарського водопостачання	Об'єми резервуарів від 50 до 2000 м ³ і більше. Виготовляються в монолітному або в збірному варіантах	• Широко використовуються • Висока ціна • Потребують постійного догляду (можуть бути не герметичними)
Резервуари з іржостійкої сталі та відповідно утеплені	Використовуються як резервуари запасу води	Об'єми резервуарів від 50 до 1000 м ³	• Використовуються порівняно не часто • Висока ціна • Потребують постійного догляду
Резервуари з полімерних матеріалів (пластикові ємності) (Рис. 18)	Використовуються як резервуари запасу води. Можуть бути встановлені наземно, підземно, інтегровані в будівлю, ідеально виконуючи також функції пожежних резервуарів. Постачаються як у вертикальному, так і в горизонтальному виконанні	Об'єми резервуарів від 10 до 500 м ³ . У базову комплектацію входять: сталеві сходи, горловини, герметичні люки-лази. Конструкцією передбачено наявність систем переливу, спорожнення, рівнемірів, регулюючої автоматики, приєднувальних патрубків, за необхідності – занурених насосів	• Сучасна конструкція • Не потребують постійного догляду (герметичні) • Легкі в монтажі • Висока ціна

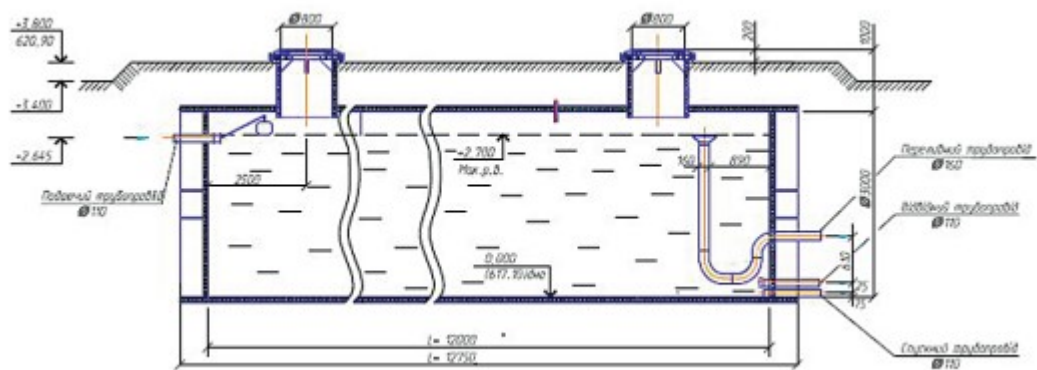


Рисунок Б.1 – Конструктивне вирішення резервуара з полімерних матеріалів