

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Пашинський Дмитро Сергійович

УДК 628.14

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування розробки варіанту схеми управління процесами

водопостачання та водовідведення

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня *бакалавр*

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Пашинський Д. С.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Прядко Володимир Анатолійович
старший викладач кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної
екології

Консультант

Гончаренко Юрій Павлович
к.т.н., доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та і інженерної
екології

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Пашинський Д. С. Обґрунтування розробки варіанту схеми управління процесами водопостачання та водовідведення. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В даній кваліфікаційній роботі представлені обґрунтовані розробки для варіанту централізованої системи водопостачання села, проведено вибір альтернативних можливостей заміни водонапірних веж. Виконано модернізацію стандартних схем керування. Запропоновано використовувати енергозберігаючі станції управління глибинними насосними агрегатами СУГНА.

Ключові слова: варіант, вежа, вибір, водовідведення, водопостачання, керування, модернізація, насос, розробка, схема, система, установка.

ABSTRACT

Pashynskyi D. S. Rationale for the development of a variant of the water supply and drainage process control scheme. - Qualification work on manuscript rights. Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 141 "Electroenergetics, electrical engineering and electromechanics". – Polesye national university, Zhytomyr, 2023. This qualification work presents reasonable developments for

variant of the village's centralized water supply system, selection of alternative options for replacing water towers was carried out. Standard control schemes have been modernized. It is proposed to use energy-saving control stations for SUGNA submersible pumping units.

Key words: option, choice, water supply, management, modernization, pump, development, scheme, system, installation.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ.....	
1.1. Дослідження проблем водопостачання та водовідведення.....	6
1.2. Дослідження технологічного обладнання водопостачання та водовідведення.....	7
Висновки до першого розділу.....	8
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКИ ВАРІАНТУ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ СЕЛА.....	
2.1. Розробка системи водопостачання села.....	9
2.2. Вибір та перевірка джерел води.....	10
2.3. Визначення потреби в воді.....	11
2.4. Дослідження облаштування джерел водопостачання та водозабірних споруд.....	13
2.5. Характеристики та монтаж глибинних насосів.....	16
2.6. Конструктивне виконання водонапірних веж	17
Висновки до другого розділу.....	18
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ, АНАЛІЗ, ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК ВАРІАНТІВ СХЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	
3.1. Дослідження, аналіз, обґрунтування варіантів схем управління процесами водопостачання та водовідведення.....	19
3.2. Обґрунтування розробок варіантів схем управління процесами водопостачання та водовідведення.....	23
3.3. Вибір альтернативних можливостей заміни водонапірних веж.....	26
Висновки до третього розділу.....	29
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	31
ДОДАТКИ.....	33

ВСТУП

Актуальність теми. Для сільського населення постачання води та відведення стоків на сьогодні являється проблематичним.

Основним джерелом води є криниці. Недоліками таких джерел являються значні капіталіні затрати на спорудження, обслуговування і очищення води а також значні коливання, зменшення, відсутність води в криницях.

Тільки не значна частина приватних садиб використовують як джерело водопостачання свердловини з заглибленим електронасосним агрегатом,

В останній час в значній мірі зменшився запас води (дебіт) в криницях і свердловинах що приводить до нестачі води особливо при поливі присадибних ділянок.

Для водовідведення і каналізації в приватних будинках використовують накопичувальні ємкості, з яких по мірі їх заповнення приїздить спеціальна асанізаторна машина, яка обладнана бочкою і насосом, з ємкості рідина перекачується в бочку і вивозиться.

Тому в роботі будуть розглянуті варіанти покращення **постачання води та відведення стоків** приватних садиб сільського населення.

Мета роботи. Дослідити, обґрунтувати ефективність розробки варіанту схеми управління процесами централізованої системи постачання води та відведення стоків в селах.

Задачі дослідження:

1. Провести дослідження та аналіз постачання води та відведення стоків в сільській місцевості.
2. Розробити варіант схеми централізованої системи водопостачання села
3. Виконати розробку, дослідження, аналіз, обґрунтування модернізації варіантів схем управління процесами постачання води та відведення стоків.
4. Провести дослідження та аналіз можливостей вибору алтернативи заміни водонапірних веж.

Об'єкт дослідження – Технічний стан споруд джерел постачання води та відведення стоків

Предмет дослідження – схеми керування електротехнологічним обладнанням постачання води та відведення стоків.

Практичне значення та інженерні рішення.

Аналіз досліджень показав, що найбільш перспективним є використання схеми централізованої системи водопостачання, під'єднаних, як правило до водопровідної мережі в будинках, а на вулиці до водорозбірних колонок.

Розроблений варіант схеми централізованої системи водопостачання села дасть можливість створити таку систему, а виконані розробки варіантів схем управління процесами при модернізації устаткування джерел постачання води та відведення стоків. Вибір альтернативи заміни водонапірних веж дасть можливість зменшити капітальні і енергетичні затрати, підвищити надійність роботи системи водопостачання.

Основні положення досліджень доповідались, обговорювались і одержали позитивну оцінку на студентських наукових конференціях. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано дві статті.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Пашинський Д. С., Іщук Д. М. Дослідження та аналіз доцільності заміни водонапірних веж на більш ефективне електротехнологічне обладнання в системах водопостачання / Наукова робота / Збірник тез доповідей науково-практичної конференції I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 18 січня 2023 р. Житомир: Поліський національний університет, 2023. – С. 69–73.

2. Пашинський Д. С. Дослідження можливостей ефективного влаштування водовідведення і каналізації для приватних будинків. Матеріали конференції «Наукові читання – 2023» 19.04.2023 ПНУ м. Житомир. Житомир : Поліський національний університет, 2023.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

1.1. Дослідження проблем водопостачання та водовідведення

Для сільського населення водопостачання та водовідведення на сьогодні являється проблематичним. За статистикою на початку 2022 року централізованим водопостачанням та водовідведенням користувалося лише 19 % жителів, що в значній мірі зменшувало можливості використовувати побутову техніку, яка не могла працювати без водопостачання і водовідведення.

Всі інші жителі використовували як джерела водопостачання річки, ставки, струмки, озера, криниці, свердловини, сприяло виникненню значних фізичних затрат і часу.

А на даний час і при цих джерелах водопостачання виникає ряд проблем.

Слід відміти велику забрудненість джерела водопостачання які вони отримують від наслідків діяльності аграрних господарств, промисловості. Крім того в значній мірі зменшилась кількість (дебіт) води в джерелах водопостачання, що не дає можливості її використовувати в повному обсязі.

По можливості використовують поверхневі джерела водопостачання використовуючи схеми берегового і руслового водозабору .

Основним джерелом води є криниці. Недоліками таких джерел являються значні капіталіні затрати на спорудження, обслуговування і очищення води а також значні коливання, зменшення, відсутність води в криницях.

В аграрному секторі і для водопостачання будинків використовують свердловини. [1, 4, 13].

Водовідведення

В аграрному виробничому секторі для накопичення і видалення стоків застосовують обладнані в землі ємкості.

Каналізаційним насосам мають ряд відмін. Такі насоси мають незабруднююче 1-3 лопатеве колесо.

Для водовідведення і каналізації в приватних будинках використовують накопичувальні ємкості, з яких по мірі їх заповнення приїздить спеціальна асанізаторна машина, яка обладнана бочкою і насосом, з ємкості рідина перекачується в бочку і вивозиться [17].

1.2. Дослідження технологічного обладнання водопостачання та водовідведення

Дослідження показали - в аграрному виробничому секторі водопостачання добре механізоване і автоматизоване, що не можна сказати про водопостачання приватних будинків де доставка води в будинки і для поливу здійснюється при допомозі ручної праці.

Тільки не значна частина приватних будинків облаштовані електронасосними агрегатами, які подають воду в будинки з криниць або з відкритих водоймищ для поливу городів з ручним керуванням безпосередньою подачею води у водонапірну мережу і великим ризиком електробезпеки,.

Також встановлюють невеликі електронасосні водопідійомної установки з гідроакумулятором, які автоматизовані і більш електробезпечні.

Тільки не значна частина приватних садиб використовують як джерело водопостачання свердловини з заглибленим електронасосним агрегатом,

В останній час в значній мірі зменшився запас води (дебіт) в криницях і свердловинах що приводить до нестачі води особливо при поливі присадибних ділянок. Тому в роботі будуть розглянуті варіанти покращення постачання води та відведення стоків від приватних садиб сільського населення.

Аналіз досліджень показав, що найбільш перспективним є впровадження схем водопостачання, під'єднаних, як правило до водопровідної мережі в

будинках а на вулиці до водорозбірних колонок.

Висновки до першого розділу

Проведено дослідження та аналіз постачання води та відведення стоків в сільській місцевості, які показали що в аграрному виробничому секторі водопостачання добре механізоване і автоматизоване, але про це не можна сказати про водопостачання приватних будинків де доставка води в будинки і для поливу здійснюється при допомозі ручної праці.

Аналіз досліджень показав, що перспективним є впровадження схем централізованого водопостачання, під'єднаних, як правило до водопровідної мережі в будинках а на вулиці до водорозбірних колонок.

Тому в роботі будуть розглянуті варіанти покращення постачання води та відведення стоків приватних садиб сільського населення.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКИ ВАРІАНТУ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ СЕЛА

2.1. Розробка системи водопостачання села

Для створення централізованої систем водопостачання садиб потрібно розробити технологічну схему до складу якої ввійдуть наступні складові:

- одне або декілька джерел водопостачання;
- споруди водозабору та водоочистки;
- одна або декілька насосних станцій;
- запасні ємності;
- мережі водопровідні та розподільчі мережі;
- підключення до водопровідної мережі в будинку а на вулиці до водорозбірні колонки.

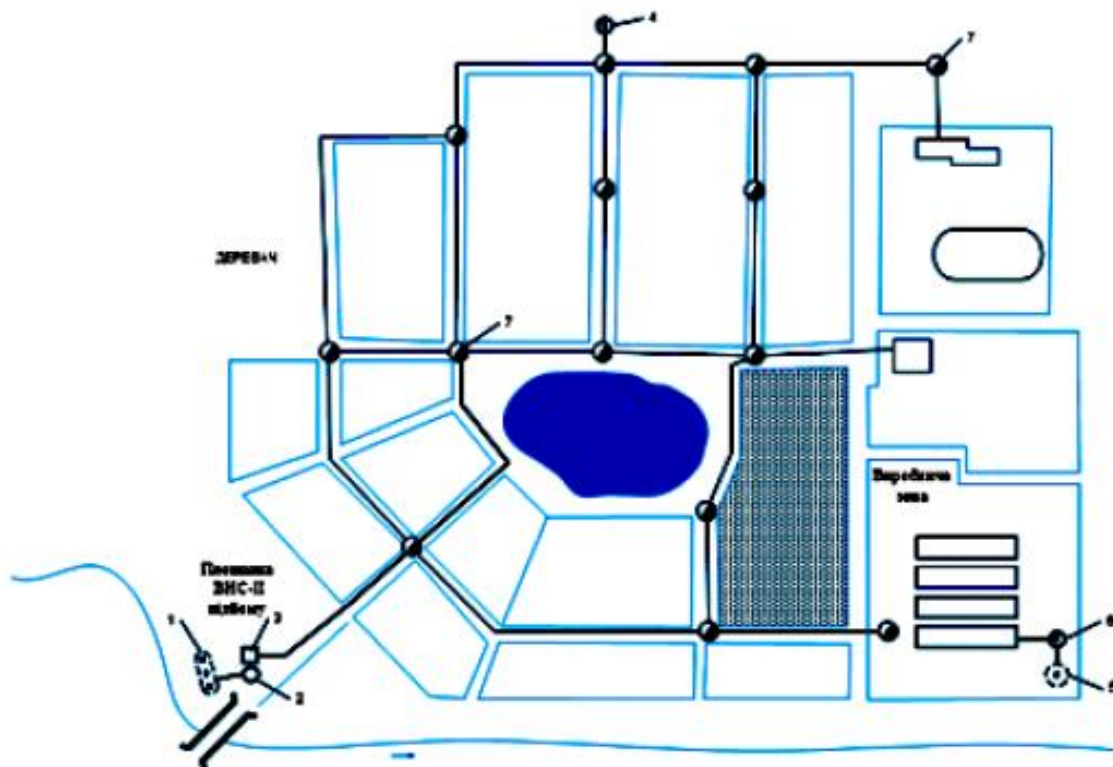


Рис. 2.1. Система водопостачання села

- 1 – підземний водозабір; 2 – резервуар; 3 – насосна станція II підйому;
4 – водонапірна башта; 5 – свердловина виробничої зони; 6 – водонапірна башта виробничої зони; 7 – пожежні гідранти.

В аграрному виробництві, селах частіше використовували системи свердловина – башта – мережа. Крім того бувають дві системи або декілька мереж які не закільцьовані.

При з'єднанні систем водопостачання в одну кількох незалежних джерел отримаємо більш стабільне водопостачання так як при відсутності води в свердловині, вода в систему може подаватися з інших, що не залишиться частини села без води [20].

Тому вибираємо створення централізованої систем водопостачання приватних садиб в селі.

2.2. Вибір та перевірка джерел води

Чи вистачить води у джерелі залежить від продуктивності джерела і необхідного об'єму води для споживання.

Дізнатися про продуктивність джерела можливо розгледувши випадки: коли джерела є наданій місцевості або коли їх немає на даній місцевості.

При наявності джерел інформацію про його технічні характеристики можна взяти з паспортизації місцевості.

Продуктивність працюючої (чи існуючої, але непрацюючої) свердловини можна визначити за статичним або динамічним рівнем води, об'ємним способом

При відсутності джерела бурять свердловини і визначають їх характеристики. Свердловини з найкращими показниками продуктивності і якості готують до експлуатації.

2.3. Визначення потреби в воді.

При проектуванні загальні витрати на потреби населення в населених пунктах пропорційні кількості жителів.

Проведено дослідження в селах де було створено системи водопостачання, а також приблизно однаковим дебітом води у криницях, результати наводяться в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Дані дослідження по трьох селах споживання води із мережі системи водопостачання.

Категорія споживачів	Споживання води із мережі	
	Літній період	Зимовий період
Одинокі громадян	28-33	17-33
Сім'ї (3-4 особи)	77-130	58-77

Аналіз досліджень показує, що при використанні води із криниць або відкритих джерел для технічних потреб можна зменшити капітальні затрати на будівництво централізованої мережі зменивши діаметр труб, ємкість башт, продуктивності свердловин.

Для проведення розрахунків пропоную використати наступні вихідні дані:

кількість жителів – 500 чол., норма споживання води на одну людину згідно держстандарту становить 130 л/добу.

Визначаємо середньодобову витрату за формулою:

$$Q_d = \sum q \times N / 1000, \text{ м}^3 \text{ за добу.} \quad (2.1)$$

де: q – норма водоспоживання;

N – розрахункова кількість жителів.

$$Q_d = \sum q \times N / 1000 = 130 \times 500 / 1000 = 65 \text{ м}^3 \text{ за добу.}$$

Витрата технічної та питної води на протязі року.

При проектуванні системи водопостачання необхідно також знати максимальну добову витрату води. Тому при розрахунках потрібно враховувати коефіцієнти добової нерівномірності $K_{\partial.\max} = 1,2$ та $K_{\partial.\min} = 0,8$. Максимальне добове споживання води визначаємо за формулою

$$Q_{\partial.\max.} = K_{\partial.\max.} \times Q_{\partial} \quad (2.2)$$

$$Q_{\partial.\max.} = 75 \times 1,2 = 90 \text{ м}^3 \text{ за добу.}$$

Крім того витрата води протягом кожної години також коливається і характеризується відношенням максимальної годинної витрати води до середньогодинної витрати і називається коефіцієнтом годинної нерівномірності. Розрахунок годинні витрати води (q_{∂} , $\text{м}^3 / \text{год.}$) визначається на основі коефіцієнта годинної нерівномірності за формулою

$$q_{\partial.\max.} = K_{\partial.\max.} \times Q_{\partial.\max.} \times 24, \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Коефіцієнти годинної нерівномірності водоспоживання K_{∂} орієнтовно дорівнює 2,5.

У формулу підставляємо значення і проводимо розрахунки [20]

$$q_{\partial.\max.} = 2,5 \times 90 / 24 = 9,4 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Якість води

Дослідження якості води здійснюється в спеціальних лабораторіях і вода повинна відповідати Державним санітартам.

Якщо вода не відповідає по якості то її очищають або знезаражують. Якість води потребує постійного контролю. Важливим є застосування відповідних технологій, які зможуть доочищати воду з водопроводу від домішок за рахунок використання сучасних екологічних методів – знезараження, сорбції окиснення.

2.4. Дослідження облаштування джерел водопостачання та водозабірних споруд

Найважливіше завдання при проектуванні системи водопостачання являється вибір джерела водопостачання так як вибір джерела впливає на капітальні затрати при будівництві, експлуатаційні витрати системи водопостачання.

Експлуатаційні запаси підземних вод має обґрунтовано підтвердити орган територіального геологічного управління.

Для забору підземних вод використовуються водозабірні споруди.

Водозабірні свердловини (трубчасті колодязі)

Водоносні горизонти які залягають на глибині більше 10 м.

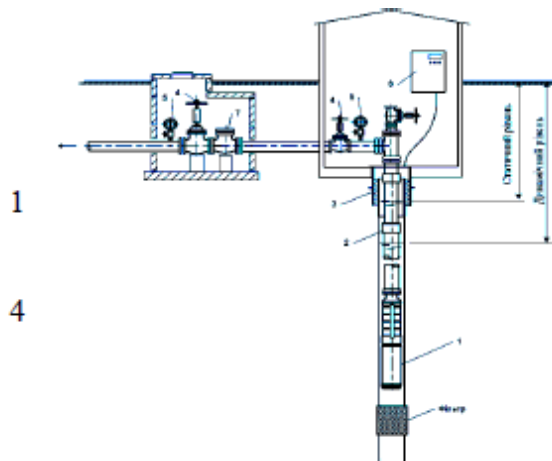


Рис. 2.2. Конструкція свердловини – глибинний насос; 2 – водопідйомна труба; 3 – герметичний оголовок; – засувка; 5 – манометр; 6 – щит управління; 7 – зворотний клапан

Переваги: висока якість води, не потрібне очищення, високі дебіти.

Недоліки: висока вартість буріння та улаштування свердловини, збільшення експлуатаційних витрат в залежності від глибини свердловини.

Шахтні колодязі

Умови спорудження: Водоносні горизонти залягають на глибині менше 10 м.

Переваги: малі капітальні затрати.

Недоліки: низька якість води, малі дебіти.

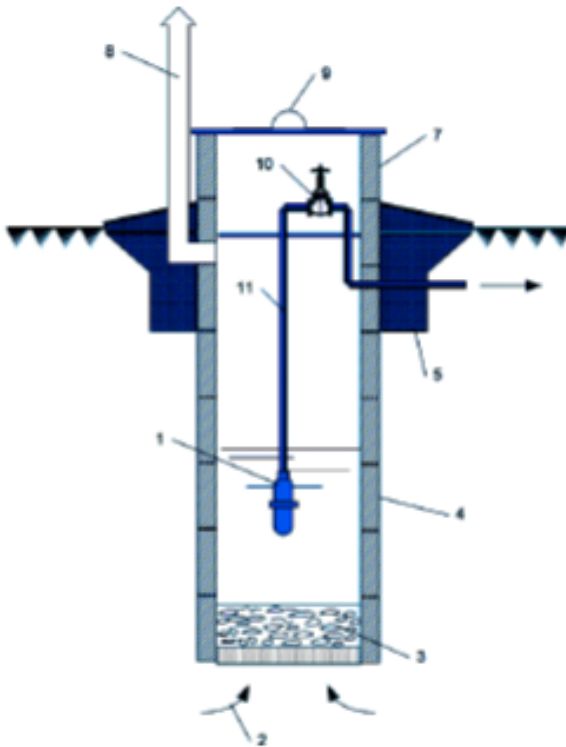


Рис. 2.3. Конструкція шахтного колодязя

- 1 – занурювальний насос;
- 2 – надходження води;
- 3 – зворотний фільтр;
- 4 – бетонні кільця; 5 – глиняний замок;
- 6 – відмостка;
- 7 – оголовок; 8 – вентиляційний стояк; 9 – кришка; 10 – запірна засувка; 11 – відвідний трубопровід

Каптажі джерел

Умови спорудження: наявність поверхневих джерел.

Переваги: невисока вартість улаштування, висока якість води

Недоліки: використовують для місцевих (локальних) систем водопостачання, невисокі дебіти.

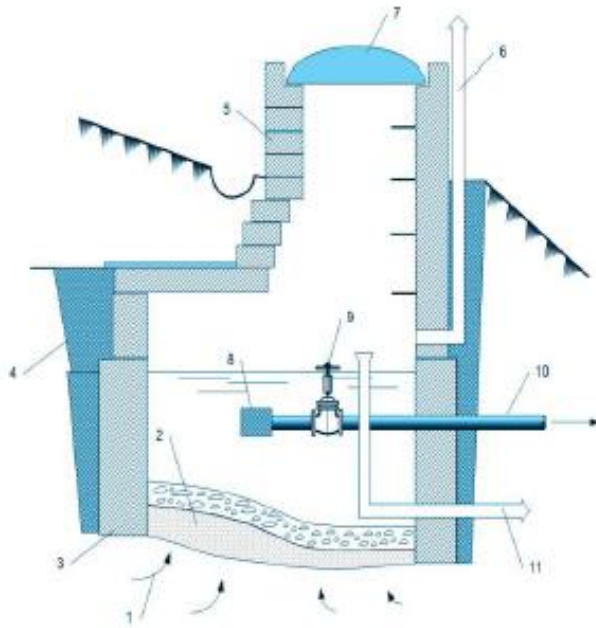


Рис. 4. Улаштування

каптажної камери

- 1 – надходження води; 2 – зворотний фільтр; 3 – бетонні кільця; 4 – глиняний замок; 5 – оголовок камери; 6 – вентиляційний стояк; 7 – кришка; 8 – водоприймальний оголовок; 9 – запірна засувка; 10 – відвідний трубопровід; 11 – переливний трубопровід

Умови розміщення устя свердловини

Враховуючи місцеві умови та відповідні типи обладнання устя свердловини слід розташовувати двома способами.

Це можна виконати у підземній камері – якщо сухі ґрунти й низький рівень ґрунтових вод або у наземному павільйоні – у вологих ґрунтах.

Споруди і будівлі можуть різної форми а розміри підземних камер або павільйонів водозабірних свердловин потрібно визначати з урахуванням встановлення обладнання.

Підземні камери



Рис. 5. Приклад заглибленого колодязя для розміщення устя свердловини

Стіни підземних камер можуть бути виконані з уніфікованих

Стіни підземних камер можуть бути виконані з уніфікованих збірних залізобетонних кілець, із монолітного бетону або цегли [20].

2.5. Характеристики та монтаж глибинних насосів

Характеристики глибинних насоси (насоси типу ЕЦВ) наводяться в додатку А.

Регулювання тиску в системі водопостачання

Для забезпечення тиску в системі водопостачання використовують варіанти:

водонапірна башта, гідропневматична установка, резервуар чистої води, частотно-регульована насосна станція з насосами регульованим приводом.

Розрахунок та вибір водонапірної вежі.

Регулююча ємність баків водонапірних башт вибирається з урахуванням добової подачі.

Водонапірні вежі можна розміщувати і в різних точках мережі, з урахуванням рельєфу місцевості та конфігурацію мережі.

Бак водонапірної вежі в селищі, який виконує функції регулюючого резервуара, також вміщує запас води, яий забезпечує гасіння однієї пожежі протягом 10 хвилин.

Розглянемо приклад розрахунку параметрів необхідної висоти, об'єму водонапірної вежі для її вибору.

Приклад визначення ємності водонапірної вежі.

Припустімо, добові витрати максимального водоспоживання становлять: $Q_{d \max} = 396 \text{ м}^3$ за добу (вихідні дані з попереднього прикладу.).

Пожежні витрати води (одна зовнішня та одна внутрішня пожежа) становлять:

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

На гасіння пожежі протягом 10 хвилин знадобиться такий обсяг води:

$$\omega_{\text{пож.}} = 54 \times 10 / 60 = 9 \text{ м}^3$$

Ємність водонапірної вежі, за рівномірної роботи насосів, має становити 10% від добових витрат води:

$$W_{\text{башти}} = (0,10 \times 396) + 9 = 49,6 \text{ м}^3.$$

Отже, потрібно обладнати башту Рожновського (див. табл. 2 додаток А) ємністю 50 м³.

Детальний розрахунок необхідної висоти, об'єму водонапірної вежі, а також місця її встановлення зазвичай виконують на стадії проектування [7, 20].

2.6. Конструктивне виконання водонапірних веж

У системах водопостачання використовують башти, які приведені в додатках Б. [1, 14]

Висновки до другого розділу

Виконано дослідження, аналіз ефективності розробки варіанту централізованої системи водопостачання села.

В результаті: розроблений варіант схеми створення централізованої системам водопостачання садиб села з підключенням до водопровідної мережі в будинків а на вулиці до водорозбірні колонки.

Проведено дослідження облаштування джерел водопостачання та водозабірних споруд.

Незважаючи на те, що системи водопостачання із водонапірними вежами широко використовують у сільській місцевості, вони мають ряд недоліків і тому ставиться питання про їх заміну при створенні централізованої системи водопостачання сіл.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ, АНАЛІЗ, ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК ВАРІАНТІВ СХЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ.

3.1. Дослідження, аналіз, обґрунтування модернізації варіантів схем управління процесами водопостачання та водовідведення.

Проведено дослідження та аналіз водопостачання та водовідведення в сільській місцевості, які на сьогодні являється проблематичним.

Сільські жителі використовують джерела водопостачання річки, ставки, струмки, озера, криниці, свердловини а на даний час і при цих джерелах водопостачання виникає ряд проблем, які будуть вирішуватися в роботі після дослідження джерел водопостачання, технологічного обладнання, розробки технологічних схем, вибору технологічного обладнання, розробки варіантів схем управління процесами постачання водо та відведення стоків.

Розроблена централізована технологічна система водопостачання садиб Показує. що при з'єднанні систем водопостачання в одну кількох незалежних джерел отримаємо більш стабільне водопостачання так як при необхідності проведення ремонтних робіт на одному із джерел або при відсутності води в свердловині, вода в систему може подаватися з інших, що не залишиться частини села без води [17].

Тому в роботі розглядаються різні варіанти дослідження та вибору джерел, електротехнологічного обладнання та схем для водопостачання.

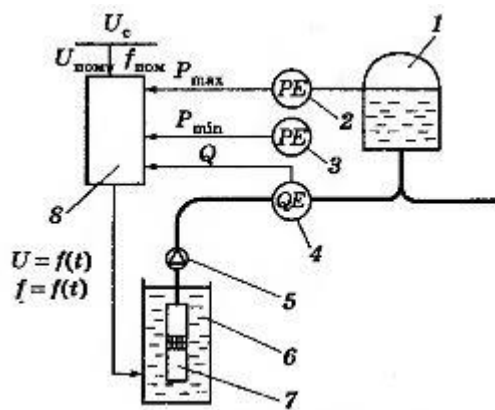
В першу чергу звернемо увагу на вже діючі джерела водопостачання, електротехнологічне обладнання та схеми які можна поновити, модернізувати і використовувати в системах водопостачання, що в значній мірі зменшить капітальні затрати при створенні системи водопостачання.

Розглянемо можливі варіанти.

Варіант 1. Провівши аналіз технологічної, електричної схеми та недоліки безбаштових гідроакумуляційних водонапірних установка було прийнято варіант рішення модернізації схеми автоматизації водонасосної установки з застосуванням частотного перетворювача.

Програмуванням режиму роботи частотного перетворювача можна забезпечити потрібну інтенсивність розгону насоса, його плавний пуск і зупинку.

На рис. 3.1 приведена схема автоматизації водонасосної установки.



3.1 Схема автоматизації водонасосної установки з частотно-регульованим електроприводом

Управління насосною установкою відбувається таким чином. Припустимо, що насосний агрегат відключений, а тиск в напірному баку зменшується і стає нижче P_{\min} .

В цьому випадку від датчика поступає сигнал на включення електронасосного агрегату. Відбувається його запуск шляхом плавного збільшення частоти f струму, що живить електродвигун насосного агрегату.

Коли частота обертання насосного агрегату досягне заданої величини насос буде видавати відповідну продуктивність.

Частотний перетворювач забезпечує потрібну інтенсивність розгону насоса, його плавний пуск і зупинку.

Застосування регульованого електроприводу погрузного насоса дозволяє реалізувати прямоочні системи водопостачання з автоматичною підтримкою тиску у водопровідній мережі.

Варіант 2. Розглянемо та проаналізуємо доцільність використання типової схеми автоматизації заглибним насосом по рівню води в баку водонапорної вежі яка реалізована на релейно-контактних елементах (рис. 3.2).

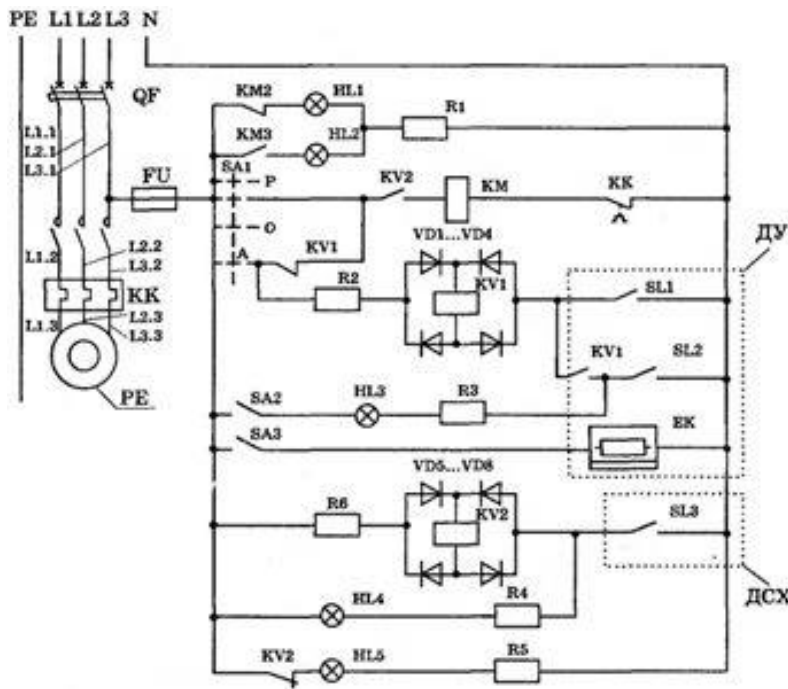


Рис. 3.2. Схема автоматизації заглибним насосом по рівню води в баку водонапірної вежі.

Режим роботи схеми автоматизації насосом задається перемикачем SA1. При установці його в положення Р здійснюється

ручне керування а в положення А автоматичне. В автоматичному режимі датчиками верхнього та нижнього рівня.

Включення насоса у будь-кому режимі можливе тільки у тому випадку, якщо замкнутий ланцюг датчика сухого ходу.

Основним недоліком управління по рівню є схильність обмерзанню електродів датчиків рівня.

Варіант 3. При управлінні роботою насоса по тиску електроконтактний манометр або реле тиску краще змонтувати на напірному трубопроводі в приміщенні насосної. Це полегшує обслуговування датчиків і виключає дію низьких температур.

Крім того розроблено варіант модернізованої стандартної схеми керування баштовою водонапірною установкою (по тиску) від електроконтактного манометра (рис. 3. 3).

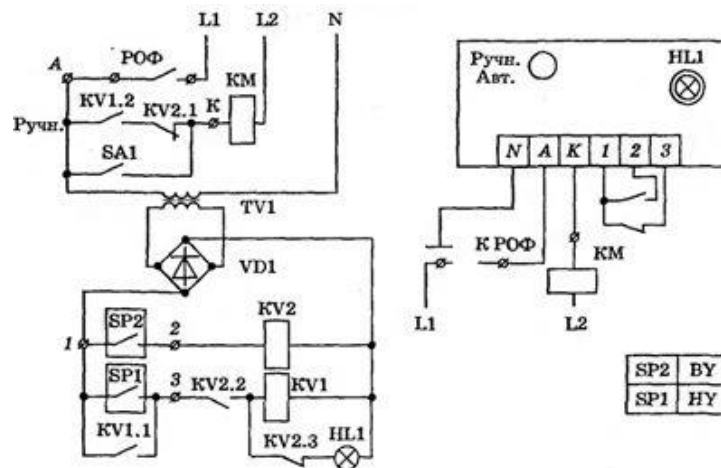


Рис. 3.3 Принципова електрична схеми керування баштовою водонапірною установкою (по тиску) від електроконтактного манометра

За відсутності води у баку вежі контакт манометра SP1 (нижній рівень) замкнутий, а контакт SP2 (верхній рівень) розімкнений. Реле KV1 спрацьовує, замикаючи контакти KV1.1 і KV1.2, внаслідок чого включається магнітний пускач KM.

Насос подає воду у бак, тиск росте до замикання контакту манометра SP2, налаштованого на верхній рівень води. Після замикання контакту SP2 спрацьовує реле KV2, яке розмикає контакти KV2.2 в ланцюзі котушки реле KV1 і KV2.1 і KM; електродвигун відключається.

При зниженні тиску SP2 розмикається, відключаючи KV2, але включення насоса не відбувається, оскільки контакт манометра SP1 розімкнений і котушка реле KV1 знеструмлена. Вмикання насоса відбувається, коли рівень води у баку знизиться до замикання контакту манометра SP1.

Трансформатор напругою 12 В, що підвищує безпеку обслуговування схеми управління і манометра електроконтакта.

Для забезпечення роботи насоса при несправності манометра електроконтакта або схеми управління призначений тумблер SA1. При його включенні шунтуються контакти KV1, що управляють, KV2.1 і котушка магнітного пускача KM безпосередньо підключається до мережі напругою 380 В. У фазі L1 в колі керування підключають реле обриву фази, контакт РОФ

який спрацьовує при неполнофазном або несиметричному режимі живлячої мережі. В цьому випадку ланцюг котушки КМ розривається і насос автоматично відключається до усунення ушкодження [1].

Захист силових ланцюгів в цій схемі від перевантажень і коротких замикань здійснюється автоматичним вимикачем.

3.2 Обґрунтування розробок варіантів схем управління процесами водопостачання та водовідведення

Дослідивши та проаналізувавши існуючі схеми керування установками водопостачання та їх модернізацію очевидно, що вони мають ряд недоліків які негативно впливають на їх роботу.

Тому в роботі будуть розглянуті варіанти розроблених схем управління системами водопостачання та водовідведення (дивитися додаток В).

Розробимо універсальний пристрій для керування заглибними насосами який буде використовуватися в установках водопостачання, водовідведення, осушення.

Пристрій буде виконувати наступні автоматичні функції керування:
автоматичне керування заповненням ємкості до необхідного рівня;

- автоматичне осушення резервуару до заданого рівня ;
- контроль та захист заглибного насоса від «сухого» ходу.

Пристрій повинен надійно працювати з різними рідинами: водопровідною, забрудненою водою, молоком і харчовими продуктами по забрудненості та по та по електропровідності, хімічному складу.

Заповнення ємкості в автоматичному режимі до необхідного рівня буде здійснюється електродними датчиками рівнів довгих і коротких (рис 3.4) [1].

До входів пристрою підключимо два трьохелектродні датчики:

- датчик рівня води в свердловині або ємкості, з якої буде відбуватися відбор води;
- датчик рівня води в ємкості.

1 – 4 компаратори отримують сигнал від датчиків, порівнюють відповідні значення вхідного сигналу з відповідними значенням і видають (згідно до умов блоку логіки 1) сигнал на вмикання або вимикання реле «Насос», до якого приєднаний електропривод насоса.

Реле «Насос» вмикається при осушенні довгого електроду нижнього рівня датчика ємкості або відключається при зануренні короткого електроду верхнього рівня датчика ємкості.

Використанні пристрою в режимі водовідведення

При використанні пристрою для осушення ємкості водовідведення до входу підключається тільки один датчик — рівня рідини в ємкості, призначеної для відбору води, каналізаційних відходів. Реле «Насос» відключається при звільненні довгого електроду датчика нижнього рівня.

Пристрій має відповідний регулятор чутливості, що дає змогу змінювати рівень відповідних сигналів компараторів при допомозі повороту ручки регулятора для роботи з різними по електропровідності рідинами.

При осушенні електроду нижнього рівня (довгого електроду) датчика ємкості електропривідник вимикається. На панелі пристрою в цей час вмикається світло діод що означає «блокування».

На лицьовій панелі пристрою розташовані 3 світлодіодних індикатори, що сигналізують постійним свіченням про наявності живлення на приладі, включенні електроприводу насоса та зупинці насоса при відсутності води в свердловині.

Наладки здійснюється ручкою потенціометра з врахуванням властивостей рідини.

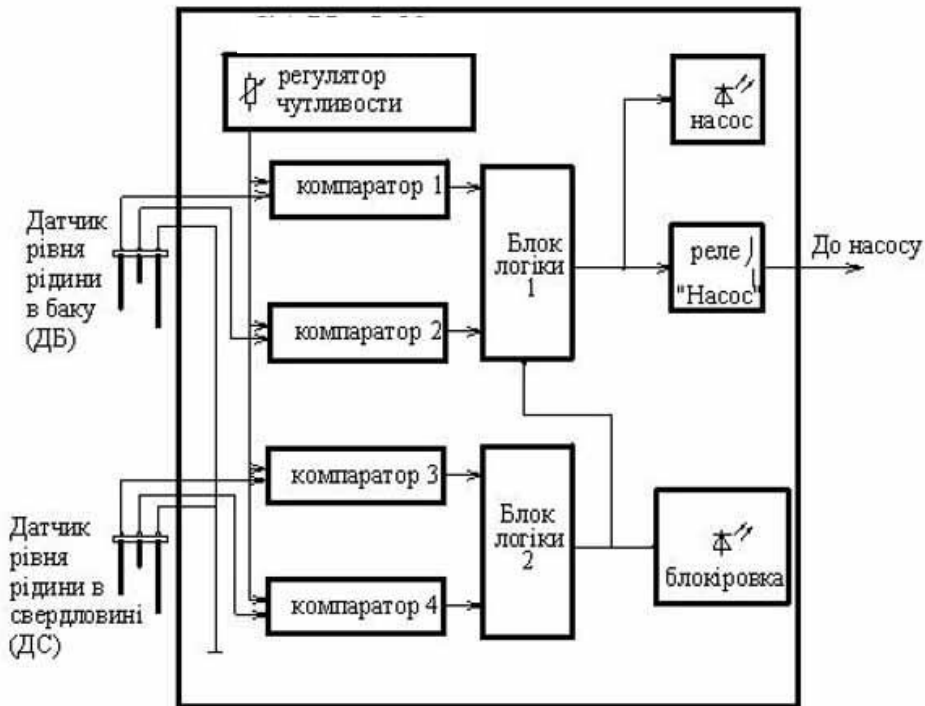


Рис. 3.4. Функціональна схема пристрою

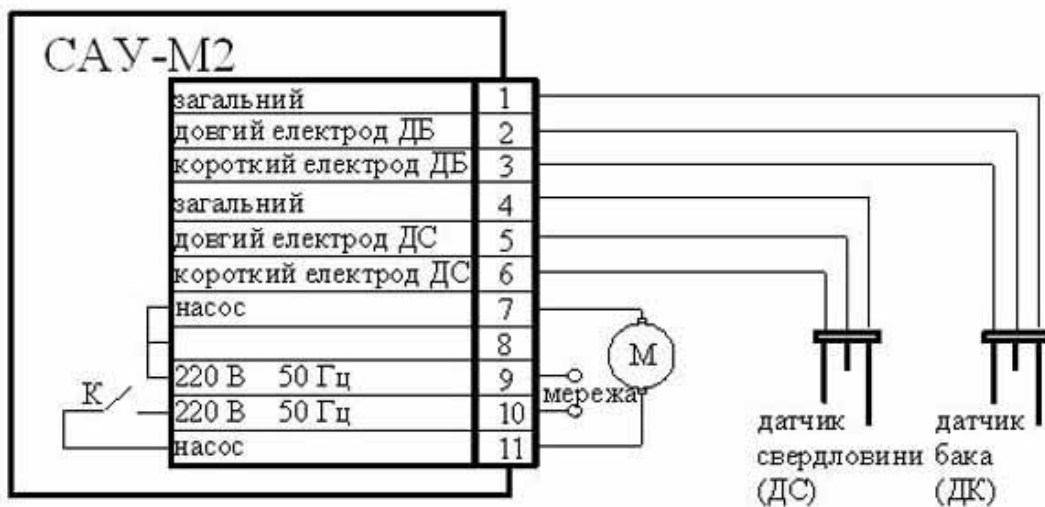


Рис. 3.5. Електрична схема підключення пристрою при використанні його для заповнення ємкості за допомогою заглибного електронасосного агрегату із захистом від «сухого» ходу [1].

Примітка. При проведенні пусканалагоджувальних робіт, якщо відсутня потреба в захисті електродвигуна від «сухого» ходу потрібно на клеми 4, 5, 6 встановлювати перемички.

3.3. Вибір альтернативних можливостей заміни водонапірних веж.

Дослідження та аналіз джерел, електротехнологічного обладнання показали доцільність створення централізованих систем постачання води та відведення стоків в селах з використанням діючих свердловин, шахтних криниць після їх перевірки та проведення технічного обслуговування та створення нових.

Але водонапірним вежам потрібно шукати альтернативну заміну тому, що більша частина веж вже пропрацювала декілька термінів експлуатації і потребують капітального ремонту, а багато з них взагалі вийшли з ладу тому приходиться вирішувати питання заміни веж.

Якщо проводити заміни веж то це в значній мірі збільшить капітальні затрати на будівельні роботи і придбання веж, електротехнологічного обладнання, та виконання робіт. Крім того необхідно мати дозвіл на будівельний майданчик і проведення робіт.

Проаналізувавши технологічну схему подачі води від заглибного електронасосного агрегату до верхньої відмітки подачі води в вежу видно що заглибний електронасос постійно долає максимальний натиск води, окрім того збільшується споживання електроенергії за рахунок прямих пусків глибинних насосів, знижується їх надійність і зменшується ресурс роботи. Це потрібно враховувати так як можна зменшити електроенергетичні і фінансові затрати.

Аналіз альтернативних можливостей заміни водонапірних веж.

Тривалий досвід експлуатації артезіанських насосних станцій свідчить про те, що водонасосні станції для свердловин на базі перетворювачів частоти являються найкращою альтернативою заміною водонапірним вежам. Такі насосні станції мають хороші характеристики в порівнянні з іншими системами водопостачання з урахуванням економії електроенергії, і окупаються на протязі одного року [16]

Енергозберігаючі артезіанські насосні станції (НС) для свердловин

Для заміни водонапірних веж в системах артезіанського водопостачання використовують енергозберігаючі станції управління глибинними насосними агрегатами СУГНА, які мають кращі характеристики, дешевші за водонапірні вежі. Монтаж налагодження і запуск в експлуатацію виконується за один день. Станція комплектується спеціалізованим перетворювачем частоти Данфосс FC 202.

Насосні станції встановлюється в приміщеннях, які монтуються безпосередньо над артезіанськими свердловинами, або поряд з ними. Датчик тиску комплектується перехідником.

При зміні швидкості насоса за рахунок зміни обертання ротора електродвигуна змінюється його продуктивність тобто напірну характеристику. Такий принцип роботи застосовується в енергозберігаючих насосних станціях. СУГНА.

При зміні тиску регулятор буде відповідно змінювати вихідну частоту перетворювача частоти. Таке регулювання буде завжди підтримувати заданий тиск у водогоні при різній кількості витрати води, що являється значною перевагою над іншими станціями керування.

Насосна станція СУГНА по економії електроенергії в порівнянні з водонапірною вежею, має декілька складових.

При накачуванні води в ємкість вежі до верхнього рівня витрачається значна кількість електроенергії в порівненні з перекачуванням по водопровідній мережі при відповідному тиску який автоматично підтримує СУГНА.

Крім того при роботі глибинного насоса на номінальній швидкості витрати електроенергії більші на 25 – 40 %.

Слід відмітити, що СУГНА може працювати з будь-якими насосами різних виробників.

Станція СУГНА в випадку коли немає споживання води переходить в режим очікування насос зупиняється.

Під час роботи аналізує швидкість роботи насоса, тиск в водогоні і струм двигуна, що дає можливість захищати електронасосний агрегат від «сухого» ходу без допоміжних проводів і датчиків.

При створенні централізованої системі водопостачання садиб в селі потрібно при розробці технологічної схеми враховувати особливості роботи насосних станцій СУГНА, які замінять водонапірні вежі.

Якщо один насос не надасть відповідного тиску, то каскадний контролер, проаналізувавши ситуацію ввімкне додатково другий насос при цьому зменшує швидкість першого. Каскадний контролер має програму вибірково або по черзі вмикати насоси для однакового напрацювання і таке інше [17].

Аналіз альтернативних можливостей заміни безбаштових водонапірних установок

Якщо при створенні централізованої системі водопостачання в селі потрібно при розробці технологічної схеми враховувати особливості роботи насосних станцій СУГНА, які замінять безбаштові водонапірні установки також потрібно на це звернути увагу.

Коли ж вони не будуть приймати участь в системі водопостачання, то хай собі стоять але при цьому будуть використовуватися їх джерела водопостачання.

Якщо в системі водопостачання виникнуть пошкодження то станція сформує аварійний сигнал «Пошкодження водогону» і електронасос відключиться.

Цей сигнал передається диспетчеру.

В насосних станціях СУГНА передбачено захисти насоса від «сухого ходу», від перенавантаження і перегріву двигуна, від короткого замикання на землю, обриву вхідної і вихідної фази, від поривів системи водопостачання.

Крім того станція СУГНА працює в режимах: оптимізації споживання електроенергії; почергової роботи основного і допоміжних насосів; компенсації витрат; очікування, «сплячого режиму»; виявлення розривів і витоків заповнення водогону.

Висновки до третього розділу

Проведено дослідження та аналіз постачання води та відведення стоків в сільській місцевості, які на сьогодні являється проблематичним.

Виконано модернізацію стандартних схем керування установками водопостачання.

Розроблені ефективні варіанти схем управління процесами водопостачання та водовідведення.

Проведено вибір альтернативних можливостей заміни водонапірних веж.

Заміна водонапірних веж для створення централізованої систем водопостачання садиб, пропоную як варіант використовувати енергозберігаючі станції управління глибинними насосними агрегатами СУГНА, які мають кращі характеристики, дешевші за водонапірні вежі. Монтаж налагодження і запуск в експлуатацію виконується за один день.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведені аналіз та дослідження показали відсутність централізованого водопостачання приватних будинків, де доставка води в будинки і для поливу здійснюється при допомозі ручної праці.

Тому в роботі були розглянуті варіанти покращення постачання води та відведення стоків приватних садиб сільського населення.

Аналіз досліджень показав доцільність впровадження централізованих систем водопостачання, під'єднаних, як правило до водопровідної мережі в будинках а на вулиці до водорозбірних колонок.

Проведено дослідження облаштування джерел водопостачання та водозабірних споруд, електротехнологічного обладнання постачання води та відведення стоків.

Виконано модернізацію стандартних схем керування установками водопостачання. Розроблені ефективні варіанти схем управління процесами постачання води та відведення стоків. Проведено вибір альтернативних можливостей заміни веж для постачання води

Заміна веж для створення централізованої систем водопостачання садиб запропонана, як варіант використовувати станції керування СУГНА, які мають кращі характеристики, дешевші за водонапірні вежі. Монтаж налагодження і запуск виконується на протязі доби..

Таким чином найперспективнішим варіантом є впровадження централізованої системи водопостачання з заміною водонапірних веж з застосуванням розроблених ефективні варіанти схем для модернізації установок водопостачання та використанням станцій керування СУГНА.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барало О. В. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування. /Навчальний посібник./ Таращанського коледж. 2010. – 457 с.
2. Волянская Я.Б. Энергетическая оптимизация при схемных переключениях обмоток статора асинхронного двигателя // Электромашинобудування та електрообладнання. Респ. міжвід. наук.-техн. зб.–2005. – Вип. 65. – С. 11-14.
3. Волянская Я.Б., Краснов В.В. Ток статора асинхронного электродвигателя при изменении нагрузки и напряжения питания // Електромеханічні системи, методи моделювання і оптимізації. Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – 2005. – Вип. №4(33). – С. 66-69.
4. Гончар В. Ф. , Тищенко Л. П. Электрообладнання і автоматизація с. г. агрегатів і установок. К. Вища школа. 1989. 343 с.
5. Гончар В. Ф. Электрообладнання і автоматизація с. г. агрегатів і установок. К. Вища школа. 1985. 208 с.
6. Гончаров Ю. П, Будьонний О. В, Морозов В. Г, Панасенко М. В, Ромашко В. Я, Руденко В.С. За ред. Руденка В.С. Перетворювальна техніка. Підручник. Ч2/ - Харків: Фоліо, 2000. – 360 с.
7. Жулай Є.Л. Электропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній. – К.: 2002
8. Костенко Д. В., Волянская Я.Б. Энергосберегающее управление асинхронным электроприводом с использованием микропроцессорной техники // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2005. – №3 (402). – С. 101-110.
9. Костенко Д.В., Волянская Я.Б. Использование микроконтроллеров в интеллектуальных реле для асинхронных электроприводов // Електротехніка і електромеханіка: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, 25-27 листопада 2004 г. – Николаев: НУК, 2004. – С. 55-56.
10. Логвінов Г. С., Прядко В. А., Яремчук Л. М. Электрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок. – Ж., 2013.

11. Локарев В.И. Бережницкая Я.Б. (Волянская) Ресурсосбережение в электротехнических комплексах и системах. – Херсон: Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 1998. – № 2(3). – С. 135-143.
12. Марченко А. С. Справочник по механизации и автоматизации в животноводстве и птицеводстве. – К., Урожай, 1990.
13. Мартиненко І. І. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. – К., Урожай, 1995.
14. Марченко О.С. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві. – К., Урожай, 1995.
15. Олійник В. С. Практикум з електроприводу. – К., Урожай, 1995.
16. Пашинський Д. С., Іщук Д. М., Дослідження та аналіз доцільності заміни водонапірних веж на більш ефективне електротехнологічне обладнання в системах водопостачання / Наукова робота / Збірник тез доповідей науково-практичної конференції І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 18 січня 2023 р. Житомир: Поліський національний університет, 2023. – 69 - 73 с.
17. Пашинський Д. С. Дослідження можливостей ефективного влаштування водовідведення і каналізації для приватних будинків. Збірник тез доповідей «Наукові читання – 2023» 01.05.2023ПНУ м. Житомир. Житомир: Поліський національний університет, 2023.
18. ПК”Промавтоматика” Каталог продукції. 2009. г Запороржье. Украина.
19. Прядко В. А. Яремчук Л. М. Автоматизація електроприводу с. – г. машин. Ж. 2011 р.
20. Сільське питне водопостачання: від ідеї – до реалізації. Як створити централізовану систему водопостачання децентралізованим способом [методичний посібник] / [О. А. Бондар, А. В. Кавун, Ю. В. Кірсанова, В. І. Козак, А. М. Копитін, В. Є. Сороковський]; за заг. ред. В. Є. Сороковського; Швейцарсько-український проект «Підтримка децентралізації в Україні» DESPRO. – К., 2016. – 170 с.