

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Бакалаврська дипломна робота на тему:

«АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОЛИВУ
МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ»

Виконав: студент 4 курсу, гр. ЕМ-22мс
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка)

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Андрій Дзюба

(ім'я ПРИЗВИЩЕ, підпис)

Керівник: к.т.н., ст. викл. кафедри КЕМСК

Андрій КОВАЛЬ

(ім'я ПРИЗВИЩЕ, підпис)

«28» 05 2024 р.

Рецензент: Лесюк В.Д.

(прізвище та ініціали)

«10» 06 2024 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри КЕМСК

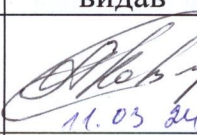
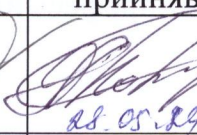
«28» 05 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Актуальність теми. Мета та задачі дослідження, об'єкт та предмет дослідження. Основні технічні характеристики малинової ферми. Розрахунок споживання води малиновою фермою. Структурна схема системи водозабезпечення та поливу малинової ферми. Вибір насосного обладнання. Техніко-економічне обґрунтування вибору системи енергозабезпечення. Вибір елементів системи енергозпбезпечення. Вибір перетворювальних пристроїв для живлення насосів. Вибір елементів автоматизації системи

водозабезпечення та поливу. Схема електрична принципова автоматизованої системи водозабезпечення і поливу малинової ферми. Результати моделювання системи керування тиском. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Спеціальна частина	к. т. н., ст. викл. каф. КЕМСК Коваль А.М.	 11.03.24	 28.05.24
Охорона праці	Зав. каф. БЖДПБ, д.пед.н., проф. Кобилянський О. В.	 11.03.24	 28.05.24

7. Дата видачі завдання

11.03.2024

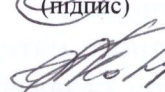
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР)	11.03.2024	
2	Виконання спеціальної частини БДР. Перший рубіжний контроль виконання БДР	21.05.2024	
3	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БДР	28.05.2024	
4	Виконання розділу «Охорона праці»	28.05.2024	
5	Попередній захист БДР	28.05.2024	
6	Нормоконтроль БДР	28.05.2024	
7	Рецензування БДР	10.06.2024	
8	Захист БДР	11.06.2024	

Студент

 (підпис) Дубов А.В. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

 (підпис) Коваль А.М. (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дзюба А. В. "Автоматизована система водозабезпечення та поливу малинової ферми ". Бакалаврська дипломна робота. – Вінниця.: ВНТУ. 2024.– 114 с. Бібліог.: 16. Іл.: 21. Табл.: 18.

Робота присвячена розробці автоматизованої системи керування водозабезпечення та поливу рослин малинової ферми, що дозволяє підвищити ефективність та надійність даних технологічних процесів, а також знизити їх трудоемкість.

У ході аналізу об'єкту було встановлено, що малинова ферма має значну потребу у водозабезпеченні, які не можуть бути вирішені тривіальними методами. Для забезпечення надійного та ефективного виконання технологічного процесу постають задачі розробки автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми, а також забезпечення надійного джерела енергопостачання.

У результаті техніко-економічного обґрунтування встановлено, що для функціонування таких віддалених підприємств, як малинова ферма найоптимальнішим є система, де джерелом енергії є міні фотоелектрична станція із застосуванням гібридного інвертора та акумуляторних батарей для резервування живлення на період несприятливих погодніх умов.

Виконано розробку структурних та принципових схем системи водозабезпечення та поливу малинової ферми, а також здійснено вибір основного обладнання, що включають силові кола та кола керування.

Ключові слова: малинова ферма, водопостачання, автоматизована система, система керування, гібридний інвертор, технологічний процес.

ANNOTATION

Dzyuba A. V. "Automated system of water supply and irrigation of a raspberry farm". Bachelor thesis. – Vinnytsia.: VNTU. 2024.– 114 p. Bibliog.: 16. Illustration: 21. Table: 18.

The work is devoted to the development of an automated system for managing water supply and watering plants of a raspberry farm, which allows to increase the efficiency and reliability of these technological processes, as well as to reduce their labor intensity.

During the analysis of the object, it was established that the raspberry farm has a significant need for water supply, which cannot be solved by trivial methods. To ensure the reliable and efficient execution of the technological process, the tasks of developing automated water supply and irrigation of the raspberry farm, as well as ensuring a reliable source of energy supply, arise.

As a result of the feasibility study, it was established that for the operation of such remote enterprises as a raspberry farm, the most optimal system is a system where the energy source is a mini photovoltaic plant with the use of a hybrid inverter and storage batteries for power backup during adverse weather conditions.

The development of structural and principle schemes of the water supply and irrigation system of the raspberry farm was carried out, as well as the selection of the main equipment, including power circuits and control circuits.

Keywords: raspberry farm, water supply, automated system, control system, hybrid inverter, technological process.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1 Вирощування ягід як сектор АПК.....	8
1.2 Технологія вирощування малини.....	10
1.3 Методи та засоби систем автоматизованого водопостачання	14
2. ОСНОВНІ КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ СИСТЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОЛИВУ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ.....	20
3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОЛИВУ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ.....	25
3.1 Узагальнена структурна схема водозабезпечення та поливу малинової ферми....	25
3.2 План розташування об'єктів на малиновій фермі.....	29
3.3 Вибір насосного обладнання малинової ферми.....	31
4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ.....	36
4.1 Технічні аспекти вибору джерела електропостачання.....	36
4.2 Економічне обґрунтування вибору джерела електропостачання.....	39
5. ВИБІР ТА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОЛИВУ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ.....	45
5.1 Вибір силового обладнання системи водозабезпечення та поливу малинової ферми.....	45
5.2 Вибір обладнання кіл керування системи водозабезпечення та поливу малинової ферми.....	54
6. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОЛИВУ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ.....	60
7. РОЗРОБКА ТА МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТИСКОМ СИСТЕМИ ПОЛИВУ	64
8 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	71
8.1 Технічні рішення з безпечної організації виконання робіт.....	71

8.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць під час робіт на комутаційних апаратах і комплектному розподільчому устаткуванні.....	71
8.1.2 Електробезпека.....	74
8.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	75
8.2.1 Мікроклімат.....	75
8.2.2 Склад повітря робочої зони.....	77
8.2.3 Виробниче освітлення.....	78
4.2.4 Виробничий шум.....	78
4.2.5 Виробничі вібрації.....	79
4.3 Пожежна безпека.....	80
ВИСНОВКИ.....	84
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	85
ДОДАТКИ	87

ВСТУП

Сучасне сільське господарство все частіше звертається до автоматизації для підвищення ефективності, зниження витрат і поліпшення врожайності. Одним із ключових елементів успішного вирощування малини є забезпечення оптимальних умов для росту рослин, особливо в аспекті водозабезпечення та поливу. Вода є життєво важливим ресурсом, і правильне її використання може значно вплинути на кількість і якість врожаю.

Автоматизована система водозабезпечення та поливу малинової ферми являє собою комплекс технологічних рішень, спрямованих на ефективне управління водними ресурсами. Вона включає використання датчиків вологості ґрунту, систем дистанційного моніторингу, автоматичних клапанів та програмованих контролерів для забезпечення своєчасного і точного поливу.

Актуальність теми ґрунтується на ряді причин:

- Ефективне використання ресурсів: Зміни клімату, нестача водних ресурсів та зростаючі витрати на водопостачання роблять оптимізацію використання води критично важливою для сільського господарства.
- Підвищення врожайності: Автоматизовані системи дозволяють забезпечити оптимальні умови для росту рослин, що сприяє збільшенню обсягів та покращенню якості продукції.
- Зниження трудомісткості, що особливо важливо в умовах дефіциту робочої сили та зростання витрат на найману працю.
- Технологічний прогрес: Сільське господарство швидко розвивається, і впровадження сучасних технологій стає необхідністю для конкурентоспроможності на ринку.
- Екологічна стійкість: Розумне управління водними ресурсами сприяє збереженню довкілля, зменшуючи ризик ерозії ґрунтів, виснаження водних запасів та забруднення водних екосистем.
- Інтеграція з іншими системами: Автоматизовані системи водозабезпечення можуть бути інтегровані з іншими технологіями управління

фермою, такими як системи моніторингу погодних умов, управління живленням рослин та автоматизація збору врожаю

Таким чином, тема автоматизованих систем водозабезпечення та поливу малинових ферм є надзвичайно актуальною в сучасних умовах, оскільки вона відповідає на ключові виклики та потреби сучасного сільського господарства.

Мета і завдання дослідження.

Метою дослідження є забезпечення надійного та ефективного системи водозабезпечення та поливу малинової ферми шляхом розробки методів та засобів автоматизованого керування її технологічними процесами.

У відповідності із поставленою метою необхідно вирішити наступні завдання:

1. Аналіз вимог і умов системи водозабезпечення та поливу малинової ферми, оцінити наявні ресурси та умови експлуатації (джерела води, якість води, кліматичні умови тощо).
2. Розробка архітектури автоматизованої системи керування водозабезпеченням та поливом, визначення необхідних компонентів системи (сенсори, перетворювачі частоти, контролери тощо).
3. Здійснити техніко-економічне обґрунтування вибору джерела електропостачання малинової ферми в умовах реального підприємства з врахуванням його особливостей.
4. Вибір основних елементів системи автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми, що включають вибір обладнання силових кіл та кіл керування.
5. Розробка схем та алгоритмів системи автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми.
6. Здійснення математичного моделювання запропонованих схем та алгоритмів.

Об'єкт дослідження є електромагнітні та електромеханічні процеси, що протікають у системі автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми.

Предметом дослідження є розробка автоматизованої системи водозабезпечення та поливу рослин малинової ферми

Методи дослідження засновані на використанні методів теорії електричних машин, теорії управління, методів синтезу нелінійних систем управління, теорії та методів математичного моделювання, методів системних досліджень в енергетиці.

Особистий внесок здобувача. Основні результати бакалаврської дипломної роботи отримано автором самостійно.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Вирощування фруктів та ягід як сектор АПК

Садівництво є важливою частиною агропромислового комплексу (АПК), що охоплює вирощування плодових дерев і кущів, таких як яблуні, груші, вишні, сливи, персики, абрикоси, виноград, малину, суниці, та інші. Цей сектор відіграє значну роль у забезпеченні населення свіжими фруктами та ягодами, створенні робочих місць, розвитку сільських територій та сприяє економічному зростанню через експорт продукції.

Станом на останні роки, загальна площа садів в Україні становить близько 200 тисяч гектарів і постійно зростає. Вони включають плодові сади (яблуні, груші, сливи, вишні, черешні, персики, абрикоси) та ягідники (малина, суниця, чорниця, смородина, ожина).

Ключові особливості сектора садівництва:

1. **Різноманітність культур**, що полягає у вирощування широкого спектру плодових дерев і кущів. Різні сорти і види фруктів мають свої специфічні вимоги до ґрунту, клімату та догляду.
2. **Високий попит на продукцію**: свіжі фрукти користуються постійним попитом як на внутрішньому ринку, так і на експорт. Продукти переробки (соки, джеми, концентрати) також збільшують попит на продукти садівництва.
3. **Експортний потенціал**: продукція садівництва активно експортується до країн Європейського Союзу, Близького Сходу, Азії та інших регіонів. Це, в свою чергу, вимагає підвищення стандартів якості, сертифікацію продукції та відповідність міжнародним вимогам відкривають нові ринки збуту.
4. **Технологічні інновації**, що полягають у використанні сучасних технологій вирощування, таких як крапельне зрошення, механізація процесів збирання, зберігання та переробки фруктів. Останнім часом

також актуальним є впровадження технологій точного землеробства для оптимізації догляду за садами.

5. Органічне вирощування: зростаючий світовий (у першу чергу країни Європи та Північної Америки) попит на органічну продукцію стимулює розвиток органічного садівництва. Сертифікація органічної продукції забезпечує доступ до преміум сегментів світового ринку та створює високу додану вартість продукції.

Не зважаючи на бурхливий розвиток садівництва в Україні в цілому та на Поділлі зокрема перед галуззю постають певні виклики, які умовно можна поділити на групи:

1. Кліматичні умови. Глобальні зміни клімату можуть впливати на врожайність і якість фруктів. Необхідність адаптації до нових умов, виведення та використання стійких сортів та інноваційних агротехнологій.
2. Розвиток інфраструктури для зберігання, транспортування та переробки фруктів є ключовим для збереження якості продукції. Це в свою чергу вимагає значних інвестицій в логістичні та переробні потужності сприяють підвищенню конкурентоспроможності на глобальних ринках.
3. Трудоемкість галузі, яка полягає у потреба в великій кількості кваліфікованої робочої силі для догляду за садами, збирання врожаю та обслуговування технологічних систем. Це зумовлює необхідність інвестиційних витрат на використання механізації та автоматизації для зниження залежності від ручної праці.
4. Важливість державних програм підтримки садівництва, зокрема у вигляді субсидій, пільгових кредитів та консультаційної підтримки. Регуляторна база, що забезпечує стандарти якості та безпеки продукції, доступу до природних ресурсів повинна бути зрозумілою та прозорою та забезпечувати рівність можливостей суб'єктів господарювання.

Сектор садівництва є важливим компонентом агропромислового комплексу, що забезпечує високу якість продукції, створює робочі місця та сприяє економічному розвитку. Інновації, технологічний прогрес та орієнтація на експорт відкривають нові можливості для розширення та підвищення ефективності цього сектора. Завдяки підтримці держави та інвестиціям у розвиток інфраструктури, садівництво має потенціал для подальшого зростання та зміцнення своїх позицій на внутрішньому та міжнародному ринках.

1.2 Технологія вирощування малини

Однією із найбільш поширених садово-ягідних культур у нашому регіоні є малина. Наш регіон є одним з ключових у цій галузі, яка має дуже значний експортний потенціал та високу додану вартість.

Ягоди малини збуваються в свіжому (внутрішній ринок) або замороженому (здебільшого експорт) вигляді.

За останні п'ять років експорт замороженої малини з України значно зріс, як у грошовому, так і в натуральному вираженні. У грошовому еквіваленті зростання становило 5,4 раза, а в натуральному вираженні – 2,7 раза. Ці показники свідчать про значний інтерес до української малини на міжнародних ринках.

Українська заморожена малина користується найбільшим попитом у Польщі та Німеччині. Окрім цих країн, значний інтерес проявляють також інші держави Європейського Союзу, зокрема: Нідерланди, Чехія, Австрія, Італія, Бельгія, Франція.

Активне зростання попиту на заморожену малину в 2021 та 2022 роках зробило Україну одним з ключових постачальників цього продукту до ЄС. За цей період Україна стала другим за величиною експортером замороженої малини в ЄС після Сербії, забезпечивши обсяг експорту на суму \$121 млн. Це становило майже чверть (24,2%) зростання імпорту замороженої малини в ЄС.

У першій половині 2023 року Україна потроїла обсяги експорту замороженої малини до США. Це дозволило Україні вперше увійти в десятку найбільших постачальників замороженої малини на американський ринок, посівши восьме місце в рейтингу.

Малина (*Rubus idaeus* L.) відноситься до чагарників. Її стебла існують близько двох років, в той час як підземна частина є багаторічною.

Цикл росту надземної частини малини триває два роки. У перший рік однорічні стебла закінчують свій ріст, а в паузах між ними формуються плодові бруньки. На наступний рік стебла припиняють свій ріст і утворюють листя та плодові гілочки з квітками та ягодами. Після плодоношення на кінець вегетаційного періоду стебла відмирають.

Останнім часом ремонтантні сорти малини стали дуже популярними. Вони дозволяють отримувати два врожаї за сезон або лише осінній. У промисловому виробництві часто використовується лише осіннє плодоношення. Це дозволяє значно знизити витрати на виробництво, так як не потрібно видаляти дворічні пагони вручну і значно менше коштів витрачається на захист від шкідників та хвороб. Крім того, продуктивність плантації, що використовується лише для осіннього плодоношення, виявляється вищою, ніж в інших випадках. Після плодоношення рослини повністю скошуються.

Рослини малини виявляють чутливість до екологічних умов, таких як світло, тепло, волога, ґрунт і багато інших факторів. Однак вимоги різних сортів до цих зовнішніх умов середовища можуть відрізнятися.

Температурні умови в період вегетації залежать від біологічних особливостей конкретного сорту та умов його вирощування. Потреба рослин у теплі змінюється відповідно до фаз розвитку і спокою. Малина виявляє певну теплолюбність, проте різні сорти можуть мати відмінні вимоги до температурного режиму.

Світловий режим також відіграє важливу роль у житті малини. Вона є світлолюбною культурою, що означає, що для нормального розвитку вона потребує достатньої кількості світла.

Наш регіон в цілому відповідає вимогам щодо світлових та температурних умов для вирощування малини. Однак необхідно враховувати конкретні вимоги сорту при виборі місця вирощування і створенні оптимальних умов для росту і плодоношення рослин.

Малина відзначається високою чутливістю до дефіциту вологи, що пояснюється неглибоким розташуванням кореневої системи та великою листковою поверхнею, яка випаровує значну кількість води. Найбільша потреба рослини у воді спостерігається під час цвітіння та на початку дозрівання ягід. Відсутність достатньої кількості вологи в цей період призводить до сповільнення росту пагонів, недорозвитку квіток, зменшення розміру ягід та передчасного припинення плодоношення.

Водянистість ґрунту важлива для малини, проте тривалий період надмірного зволоження (6-9 днів) може бути шкідливим, оскільки кореневища та корені не можуть витримати тривалого перезволоження. Тому рівень ґрунтових вод повинен бути на відстані від 0,9 до 1,5 метра від поверхні ґрунту. Оптимальним для малини є рівномірне щорічне випадіння опадів у кількості 700-750 мм.

Для вирощування малини підходять легкі піщані ґрунти, але можуть бути використані ділянки зі суглинковими ґрунтами з рН 5.5-6.5. Обов'язковою умовою мусить бути високий вміст гумусу.

Для посадки малини ділянка розбивається на ряди з шириною міжряддя близько 2 метрів. Це необхідно для зручності механізованого обробітку. Ряди утворює щільна смуга пагонів малини шириною до 0,5 м. Важливою є орієнтація рядів, здебільшого з півночі на південь, але обов'язково з монотонним нахилом. Ця умова визначається організацією поливу.

Для створення та розвитку ферми з вирощування малини необхідний ряд передумов:

- Наявність власної ділянки або багаторічна оренда (не менше 10 років);

- Доступ до робочої сили. Малина відноситься до трудозатратних культур. Значна трудоемкість вирощування малини приведена до 1 га стимулює створення нових робочих місць у вигляді самозайнятості при створенні фермерських господарств, але не обходиться без залучення сторонніх сезонних робітників.
- Малина є культурою, що вимагає значних інвестицій в посадковий матеріал, інфраструктуру тощо. Також обов'язковим є врахування суттєвих коливань цін на продукцію.
- Наявність забезпеченого збуту. Оскільки малина є продуктом, що швидко псується, її потрібно доставити на переробку, заморозку або кінцевому споживачу в короткі терміни
- Доступ до джерел води. Як було зазначено вище, малина є культурою зі значним споживанням води. Найпростішим її джерелом є природні водойми зі значними об'ємами води, однак вони не завжди знаходяться в доступній близькості. В такому разі має бути можливість буріння свердловини до водоносних пластів, а їх глибина повинна бути економічно-обґрунтованою.

Водозабезпечення та організація поливу є найбільш складною та важливою власне технічною задачею. Організація заходів з водозабезпечення визначається доступом до джерел води та необхідною її кількістю для поливу. Останнє, в свою чергу, залежить від площі насаджень, особливостей сортів, густоти посадки типу ґрунтів, кліматичних характеристик регіону та природніх умов. Вона не є сталою і коливається від 3000 до 6000 метрів кубічних за сезон води на гектар за сезон в залежності від умов вирощування та потреб рослин.

1.3 Методи та засоби систем автоматизованого водопостачання та поливу

Системи водопостачання є невід'ємною частиною інфраструктури не лише житлових і промислових об'єктів, а й таких агропромислових комплексів, як малинова ферма. Її задача є подачі чистої води для забезпечення потреб поливу. Обладнання для таких систем включає різноманітні компоненти, які працюють разом для ефективного транспортування, обробки та розподілу води.

Основні компоненти систем водопостачання можна умовно поділити на такі групи:

1. Насоси - гідравлічні машини, які перетворюють механічну енергію приводного двигуна в енергію потоку рідини, що служить для переміщення та створення напору рідин.

За принципом дії насоси поділяються :

- Відцентрові насоси: Найбільш поширені, використовуються для перекачування великих об'ємів води з постійним потоком.
- Поршневі насоси: Використовуються для подачі води під високим тиском і забезпечення точної дозування.
- Занурювальні насоси: Розташовуються безпосередньо у водних джерелах (колодязях, свердловинах), ефективні для глибоких джерел.

За приводом насоси поділяються на електричні та мотопомпи, джерелом механічної енергії яких є двигун внутрішнього згорання.

2. Труби і фітинги – пристрої призначенні для передачі води.

Зазвичай труби виготовляють з ПВХ, поліетилену, металу або композитних матеріалів, вибір залежить від умов експлуатації та вимог до міцності та довговічності.

Фітинги використовуються для з'єднання труб, змін напрямку потоку, розгалуження та регулювання потоку.

3. Резервуари для зберігання води:

- Баки для чистої води: Зберігають оброблену воду для подальшого використання.
- Гідроаккумулятори – пристрої для накопичення і зберігання енергії у вигляді стиснутої рідини або газу. Вони використовуються для стабілізації тиску в гідравлічних системах, забезпечення безперебійного водопостачання, а також для зниження навантаження на насосні установки.
- Басейни – великі, здебільшого відкриті, резервуари з водою.
- Водонапірні башти: Зберігають воду на висоті, забезпечуючи необхідний тиск у системі.

4. Фільтраційне обладнання – призначені для видалення з води різних домішок, що можуть пошкодити обладнання:

- Механічні фільтри: Видаляють тверді частинки і осад з води.
- Активоване вугілля: Використовується для видалення органічних сполук і покращення смаку та запаху води.
- Осмотичні мембрани: Забезпечують високий рівень очищення води, видаляючи розчинені солі і мікроорганізми.

5. Автоматичні системи керування:

- Сенсори - моніторять параметри водопостачання і автоматично регулюють роботу насосів та клапанів. За принципом дії сенсори можуть бути дискретними (можуть перебувати в одному з двох станів, які характеризують набуття параметром певного значення) або аналоговими (кількісно характеризують параметр, що контролюється). До параметрів систем водопостачання, які необхідно контролювати, відносять тиск, рівень, витрата води тощо.
- Програмовані логічні контролери (PLC) - використовуються для автоматизації складних систем водопостачання, забезпечуючи оптимальну роботу всіх компонентів системи.
- Пристрої перетворювальної техніки, що здійснюють керування насосним обладнанням та іншими виконавчими механізмами.

6. Клапани

- Запірні клапани - контролюють потік води, дозволяючи перекривати або відкривати потік в потрібних ділянках системи.
- Регулюючі клапани: Регулюють тиск і швидкість потоку води.
- Зворотні клапани: Запобігають зворотному потоку води, захищаючи систему від пошкоджень.

7. Системи та пристрої захисту:

- Манометри - вимірюють тиск в системі, допомагаючи підтримувати його на оптимальному рівні.
- Автоматичні вимикачі: Захищають насоси та інше обладнання від перевантажень і аварійних ситуацій.

Правильний вибір і встановлення обладнання для систем водопостачання є критичними для забезпечення надійності, ефективності та безпеки системи. Вибір обладнання залежить від конкретних потреб об'єкта, умов експлуатації, якості води та вимог до обсягів споживання.

В сучасних системах водопостачання також важливим є використання сучасних технологій для автоматизації та моніторингу систем водопостачання, що дозволяє оптимізувати використання ресурсів і знижувати витрати.

Крім того важливим є застосування енергоефективних технологій, що базуються на нових моделях насосів, які споживають менше електроенергії, забезпечуючи при цьому високу продуктивність. Також з огляду енергоощадності актуальним є застосування для регулювання потоку води керованих електроприводів замість регулювальних клапанів.

В цілому, обладнання для систем водопостачання є ключовим елементом забезпечення надійного та ефективного водопостачання для будь-якого типу об'єкта.

Як було сказано вище для поливу, здебільшого, використовують системи крапельного поливу.

Крапельний полив — це метод зрошення, який забезпечує воду безпосередньо до кореневої зони рослин через систему трубок, шлангів і

крапельниць. Цей метод є одним з найефективніших з точки зору використання води, оскільки мінімізує втрати на випаровування та стікання.

Основними компоненти системи крапельного поливу складають крапельні трубки або стрічки.

Крапельні трубки - гнучкі пластикові трубки з вбудованими крапельницями на певній відстані.

Крапельні стрічки - тонші, ніж трубки, і використовуються для зрошення рядків рослин. Вони мають отвори для води на рівних проміжках. Оскільки малина росте рядками, то використання крапельних стрічок є більш доцільним.

На великих ділянках зазвичай використовують крапельну стрічку з товщиною стінки не менше 8 mils. Така стрічка стійкіша до механічних пошкоджень, що дозволяє прибирати її за допомогою техніки після збирання врожаю, зберігаючи її функціональність для повторного використання у наступному сезоні.



Рисунок 1.1 – Малина з прокладеною крапельною стрічкою

Оптимальний тиск води для запуску крапельної стрічки має становити 0,5 бар. Це дозволяє використовувати стрічку в системах з самопливом з ємності. Якщо система поливу працює під тиском, необхідно контролювати його за допомогою спеціальних редукторів або регуляторів тиску, щоб він не перевищував 1 бар. Це допоможе продовжити термін служби обладнання. При виборі регулятора тиску для крапельного поливу необхідно звернути увагу на його пропускну здатність і втрати тиску після встановлення (на яку відстань розтягується система крапельного поливу).

Системи крапельного поливу можуть працювати з використанням природної сили тяжіння (Вода, завдяки своїй вазі, чинить додатковий тиск, що дорівнює 0,1 бар на кожен метр висоти стовпа води). Цю природну силу можна використовувати для створення самопливної системи крапельного поливу.

Однак використання самопливних систем для ферм з великою площею є нездійсненним через неможливість створення резервуарів великої місткості піднятих на достатню висоту.

Крапельна стрічка характеризується двома основними експлуатаційними параметрами, що характеризують витрату води:

- відстань між двома сусідніми емітерами. Ряд кроків: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 см;
- водовилив за номінального тиску з одного емітера: 0,7; 1,0; 1,2; 1,3; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,7.

Визначення об'єму води, що споживається системою крапельного поливу виконують за виразом:

$$V = \frac{l}{h} v_0, \quad (1.1)$$

Варто зазначити, що при нахилі місцевості необхідно спускати крапельні стрічки вниз схилом, уникати прокладання їх вгору. Це дозволяє використовувати тертя у трубі для балансування підвищеного тиску, викликаного силою тяжіння.

Таким чином крапельна стрічка, з'єднана певним чином магістральними трубопроводами з джерелом води через фільтри, регулятори тиску та системою керування, яка може містити запірні та регулювальні клапани, витратоміри або таймери, складає систему крапельного поливу.

Висновки

У розділі було здійснено аналіз важливості та перспективності такого сектора агро-промислового комплексу, як садівництво та вирощування ягід, яка полягає у виробництві товарів з високою доданою вартістю, експортною орієнтацією, створення нових робочих місць у сільській місцевості тощо

Також було вивчено технологію вирощування малини, на підставі чого було встановлено, що водозабезпечення та полив є надзвичайно важливими для цього. Потреба у воді для поливу є значною, що підтверджує актуальність розробки системи автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми.

2. ОСНОВНІ КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ СИСТЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОЛИВУ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ

Об'єктом автоматизації є малинова ферма, розташована у Жмеринському районі Вінницької області, загальною площею 4 га. Топографія розташування ферми подано на рис. 2.1



Рисунок 2.1 - Топографічний план ділянки, на якій розташовується малинова ферма

Ділянка прямокутної форми 1 довжиною 300 м та шириною 133 м розташована на відстані близько 1 км до населеного пункту. З північної сторони ділянка дотикається до лісу. З південної сторони знаходиться порослий деревами яр, у якому є невелика водойма 2, що пересихає в посушливі місяці. З західної сторони розташоване поле, а зі східної пасовище. Висота має досить значний нахил позначений синьою стрілкою. Максимальний перепад висот складає близько 7 метрів.

На ділянці висаджена малина ремонтантних сортів рядами за напрямком схилу. Середня довжина рядів складає 125 м. Кількість рядів складає -130. На ділянці є тимчасові господарські споруди.

Ферма розташована на значній відстані від населеного пункту, що зумовлює відсутність можливості приєднання до електричних мереж, оскільки вартість побудови лінії електропередач робить нерентабельним саме виробництво.

Малина засаджувалась поступово й вода для поливу бралась із водойми 2, з якої викачувалась мотопомпами. Однак в другій половині літа водойма міліла й для поливу води не вистачало. Це спричинювало зменшення урожайності й власники змушені терпіти збитки.

Тому було прийнято рішення пробурити свердловину на місці 4 та створення резервного резервуару з водою у вигляді басейну у найвищій точці, з якого вода братиметься для системи крапельного поливу. Розробці такої системи водозабезпечення і поливу й присвячена дана робота.

Окремим викликом є техніко-економічне обґрунтування вибору джерел енергії.

Першочерговим завданням для виконання вказаних задач є визначення об'єму добового та сезонного споживання води насадженнями. Для цього задамось вихідними даними для розрахунків, що зведено до табл. 2.1

Таблиця 2.1 Основні параметри водозабезпечення малинової ферми

Назва	Позн.	Од. виміру	Значення
Розрахункове тижневе споживання води на кущ	V_0	л	30
Тривалість поливу (травень-вересень)		тижн.	21
Розрахункова відстань між двома сусідніми кущами		м	0,5
Довжина рядів		м	125
Кількість кущів у ряду	N_0	шт	250
Кількість рядів	N_p	шт	130

Таким чином добове споживання одного ряду малини складе:

$$V_{1\text{тижн}} = N_0 \cdot V_0 = 30 \cdot 250 = 7500 \text{ л} = 7,5 \text{ м}^3, \quad (2.1)$$

Тижневе споживання може розподілятися по днях довільно, але не рідше, ніж раз у тиждень. Крім того ряди ділять на групи, й здійснюють їх полив циклічно. В найпростішому випадку ряди ділять на сім груп, кожен з яких поливають протягом одного дня тижня по черзі.

Таким чином сумарне тижневе споживання води усією площею:

$$V_{\Sigma\text{тижн}} = V_{1\text{тижн}} \cdot N_p = 7,5 \cdot 130 = 975 \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

А приведене добове споживання:

$$V'_{\Sigma\text{доб}} = V_{\Sigma\text{тижн}} / 7 \approx 140 \text{ м}^3, \quad (2.3)$$

Вибір об'єму резервуару здійснюється з міркувань створення десятиденного запасу:

$$V_{\text{бас}} \geq 10 \cdot V'_{\Sigma\text{доб}} = 1400 \text{ м}^3, \quad (2.4)$$

Приймаємо об'єм води в резервуарі $V_{\text{бас}} = 1500 \text{ м}^3$.

Такий резервуар по суті є басейном з розмірами 25×15 м та глибиною 4 м, дно якого проклеєне спеціальною водонепроникною плівкою для запобігання фільтрування води у ґрунт.

Річна потреба малинової ферми у воді складає:

$$V_{\text{сез}} = 21 \cdot V_{\Sigma \text{тижн}} = 20047 \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

$$\text{або } 20047 \text{ м}^3 / 4 \text{ га} = 5119 \text{ м}^3 / \text{га}$$

Очікувані природні опади протягом п'яти місяців з травня по вересень складають близько 420 мм, що на площі 4 га складе наступний об'єм:

$$V_{\text{сезпр}} = 0,42 \text{ м} \cdot 400 \text{ м}^2 = 168 \text{ м}^3 \quad (2.6)$$

Як видно з отриманих результатів отриманих у (2.6) природних опадів надзвичайно мало у порівнянні з визначеним у (2.5) річною потребою ферми. Таким малим об'ємом можна знехтувати при виборі основних експлуатаційних параметрів та елементів автоматизованої системи водозабезпечення та поливу малинової ферми.

Для забезпечення потреб у воді було здійснено буріння свердловини на місці 4 вказаному на рис. 2.1 з наступними параметрами:

- глибина залягання: $h = 77$ м;
- фактична продуктивність свердловини: $Vh = 3..4 \text{ м}^3/\text{год}$.

За фактичною продуктивністю свердловини можна обрахувати максимальну кількість води видобутої з неї за сезон. Для цього задамо часовим терміном видобування з 15 квітня по 30 вересня. Таким чином термін видобування зі свердловини становитиме 168 діб або 4032 години.

Отже, максимальна кількість видобутої води складе:

$$V_{\text{сезсв}} = 4032 \cdot 4 = 16128 \text{ м}^3 \quad (2.7)$$

Порівнюючи результат отриманий у (2.7) та сезонної потреби, обрахований у (2.5) отримуємо дефіцит водозабезпечення:

$$\Delta V_{\text{сез}} = V_{\text{сезпотр}} - V_{\text{сезсв}} = 3919 \text{ м}^3 \quad (2.8)$$

Зведемо основні параметри свердловини до табл. 2.2

Таблиця 2.2 Основні параметри свердловини

Назва	Позн.	Од. виміру	Значення
глибина залягання	h	м	77
фактична продуктивність свердловини:	Vh	м ³ /год	3..4
максимальна кількість видобутої води за сезон	$V_{сез_{св}}$	м ³	16128

Варто зазначити, що потреба у воді малинової ферми, розрахованої у (2.2) та (2.3) є максимальною і стосується в основному періоду збору врожаю. У той час як спочатку сезону вона є значно нижчою. Крім того вона коливається в залежності від умов сезону (температурний режим, опади тощо). Тому сезонна потреба розрахована у (2.5) може бути нижчою за отримане значення і таким чином нівелюватись дефіцит.

У сезонах, у яких він все ж таки виникатиме, планується покривати його за допомогою підкачки води з водойми 2 рис. 2.1 мотопомпою.

Висновки

Отже, встановлено, що малинова ферма, що має площу 4 га має значну потребу у поливі та водозабезпеченні. Основним джерелом води є свердловина, основні технічні параметри якої є визначеними у даному розділі.

3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОЛИВУ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ

3.1 Узагальнена структурна схема водозабезпечення та поливу малинової ферми

У попередніх розділах було висвітлено особливості функціонування малинової ферми, розраховано норми витрати води для забезпечення отримання якісного врожаю. Проведений аналіз дає змогу сформулювати наступні завдання та вимоги, що висувуються до автоматизованої системи водозабезпечення та поливу малинової ферми:

1. Джерело води повинно забезпечувати достатню кількість води протягом усього сезону. Також важливим є її якість: вода повинна бути чистою, без забруднень та шкідливих речовин, таких як хімічні забруднювачі або важкі метали. Вирішення цієї задачі планується досягати за допомогою використання свердловини.

2. Система водозабезпечення (свердловини, насоси, резервуари тощо) повинні забезпечувати стабільний потік води. Надзвичайно важливим є використання резервуару з розрахованою ємністю для забезпечення необхідного обсягу води для поливу на кілька днів.

3. Автоматизація процесу поливу забезпечувати регулярний полив: у встановлені часові інтервали або за потребою. Також повинна бути передбачена можливість налаштування та коригування графіку поливу в залежності від фази росту малини та погодних умов.

4. Оптимізація використання води: Забезпечення точного дозування води для уникнення перезволоження та зменшення витрат. Виявлення та усунення протікань, неправильного функціонування або неефективного використання води. З цією метою доцільним є використання у системі, що розробляється, витратомірів.

5. Забезпечення енергоефективності процесу є надзвичайно важливим в умовах об'єкту, в якому відсутній доступ до традиційного електропостачання. Завдання з енергоефективності можуть бути виконанні використанням насосів а іншого обладнання з низьким енергоспоживанням. Суттєвого зменшення споживання енергії планується досягти використанням частотно-регульованих електроприводів насосів. Також актуальним є можливість використання відновлювальних джерел енергії для живлення системи, зокрема фотоелектричних панелей.

6. Функціонування системи поливу малинової ферми повинно відбуватися разом з постійним моніторингом та контролем вологості ґрунту. Вимірювання рівня вологості ґрунту та інтеграцію системи з метеорологічними даними, що використання для коригування графіку поливу в системі, що розробляється, покладається на обслуговуючий персонал і не планується в автоматизованому режимі. Це пов'язано із ускладненням та збільшенням вартості системи.

Виконання цих завдань забезпечить надійність, ефективність та економічність системи водозабезпечення та поливу малинової ферми, що сприятиме стабільному врожаю та здоров'ю рослин.

На рис. 3.1 подана структурна схема автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми, яка покликана виконувати усі описані завдання та вимоги.

Система працює наступним чином. Джерелом води є свердловина 1, з параметрами поданими у табл. 2.2., вода з якої видобувається до резервуару 2 глибинним насосом 3. Живлення глибинного насосу відбувається за допомогою перетворювача частоти ПЧ1. Використання частотно-регульованого електропривода має на меті підвищити енергоефективність, зменшити пускові струми, що дає змогу використання в якості джерела енергії фотоелектричні панелі.

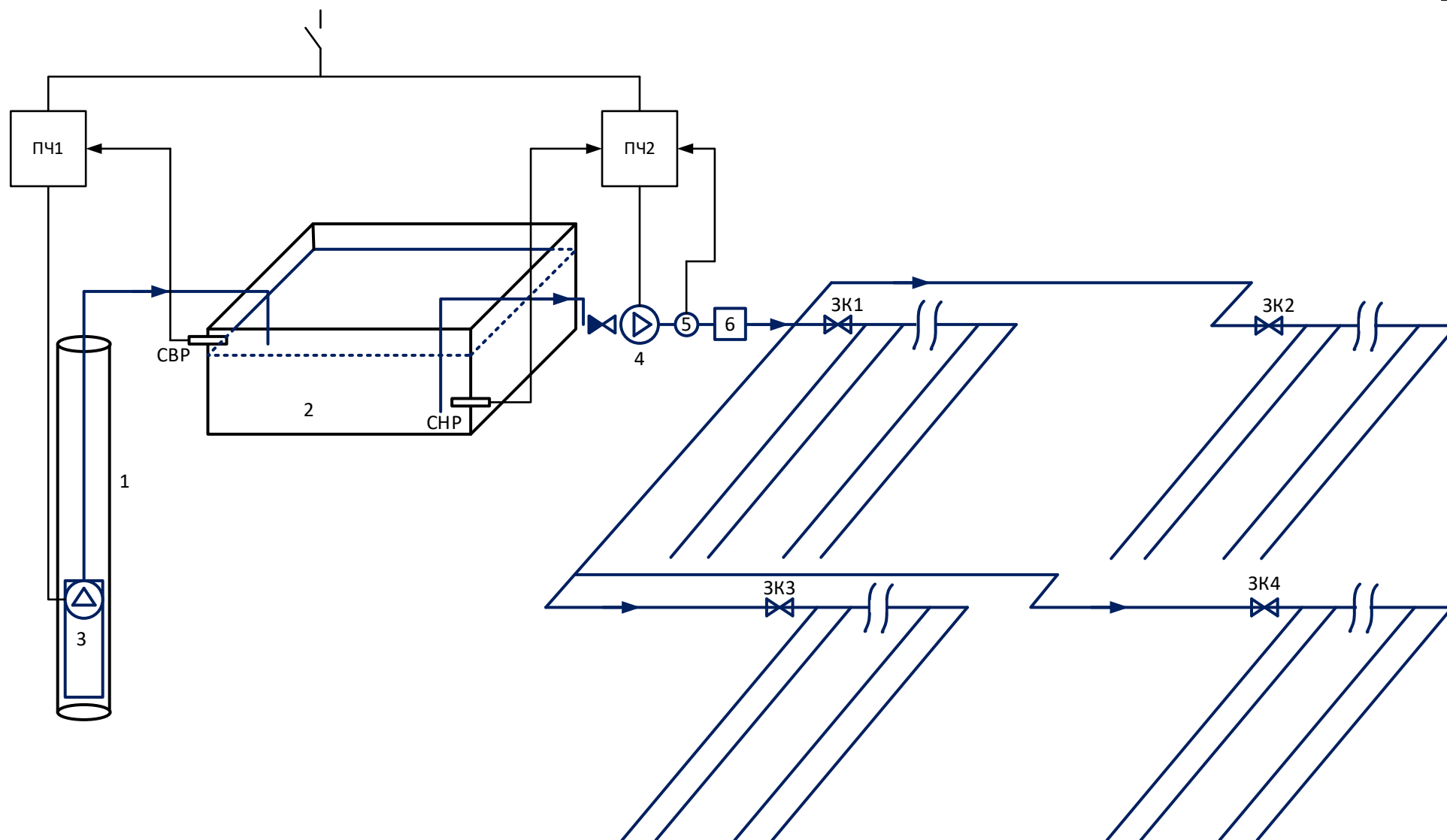


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи водозабезпечення та поливу малинової ферми

Резервуар 2 є басейном місткістю 1500 м³. Він має глибину 4 м й обладнаний двома сенсорами рівня: СВР – сенсор верхнього рівня, СНР – сенсор нижнього рівня. СВР з'єднано з перетворювачем частоти ПЧ1 і при досягненні рівня води в резервуарі до нього насос зупиняє викачку води.

Система подачі води на полив складається з насоса 4, який живиться від ПЧ2, використання якого зумовлене тими ж факторами, що і для насоса 3. ПЧ2 працює зі зворотним зв'язком за тиском, регулюючи частоту обертання насосу 4. Таким чином досягається стаке задане значення тиску в системі крапельного поливу не залежно від миттєвої витрати води, що значно збільшує термін служби крапельних стрічок та додаткових фітингів.

Якщо рівень води у басейні знижується нижче СНР ПЧ2 відключає насос 4 і полив зупиняється.

Уся площа ферми поділена на 4 рівні за площею частини з однаковою кількістю рядів малини. Кожна частина утворює свою підсистему поливу, доступ води до якої відкривається керованими запірними клапанами ЗК1-ЗК4. Таким чином можна здійснювати полив однієї, декількох частин або ж усієї ферми одразу.

Витрата води контролюється витратоміром 6, який може бути зв'язаний із системою керування ПЧ2, що забезпечує полив на вказаному оператором рівні.

Система наповнення резервуару (насос 3 з ПЧ1) працює повністю в автоматичному режимі.

Система поливу є автоматизованою з певним втручанням обслуговуючого персоналу. Він визначає частину площі, яка потребує поливу, а також кількість необхідного для цього часу або витрату води, що контролюється за допомогою витратоміру.

3.2 План розташування об'єктів на малиновій фермі

З метою подальшого вибору обладнання та визначення кількості провідникової та трубопровідної продукції складемо план розташування основних об'єктів на малиновій фермі, поданий на рис. 3.2.

На ньому зображено резервуар з водою 1 – басейн, що має розміри 15 х 25 м глибиною 4 м. Неподалік розташовано господарську будівлю 2, біля однієї стіни розміщені дві шафи, у одній розміщено електричне обладнання (перетворювачі частоти, комутаційну апаратуру, пристрої захисту та автоматизації) у іншій, розташованій поруч – обладнання для керування поливом: насос, сенсор тиску, витратомір та запірна апаратура.

Свердловина позначена 3 з'єднана трубопроводом з басейном. Від електричної шафи прокладено кабель, що живить насос свердловини. Також є кабелі зв'язку сенсорів рівня води у басейні та електричну шафу.

Ділянка поділена на 4 умовно однакових частин Ч.1 – Ч.4., кожна з яких містить 32 або 33 ряди, вздовж яких прокладено стрічку для крапельного поливу 5. Вода до них подається магістральними трубопроводами, що мають чотири вітки, які виходять із шафи водозапірної апаратури і на початках обладнані запірними клапанами.

Облаштування фотоелектричних панелей 6 планується на південному схилі борта басейну 1. Кабель прокладено від них до електричної шафи.

На плані водопроводи позначені синім кольором, кабельні лінії чорним.

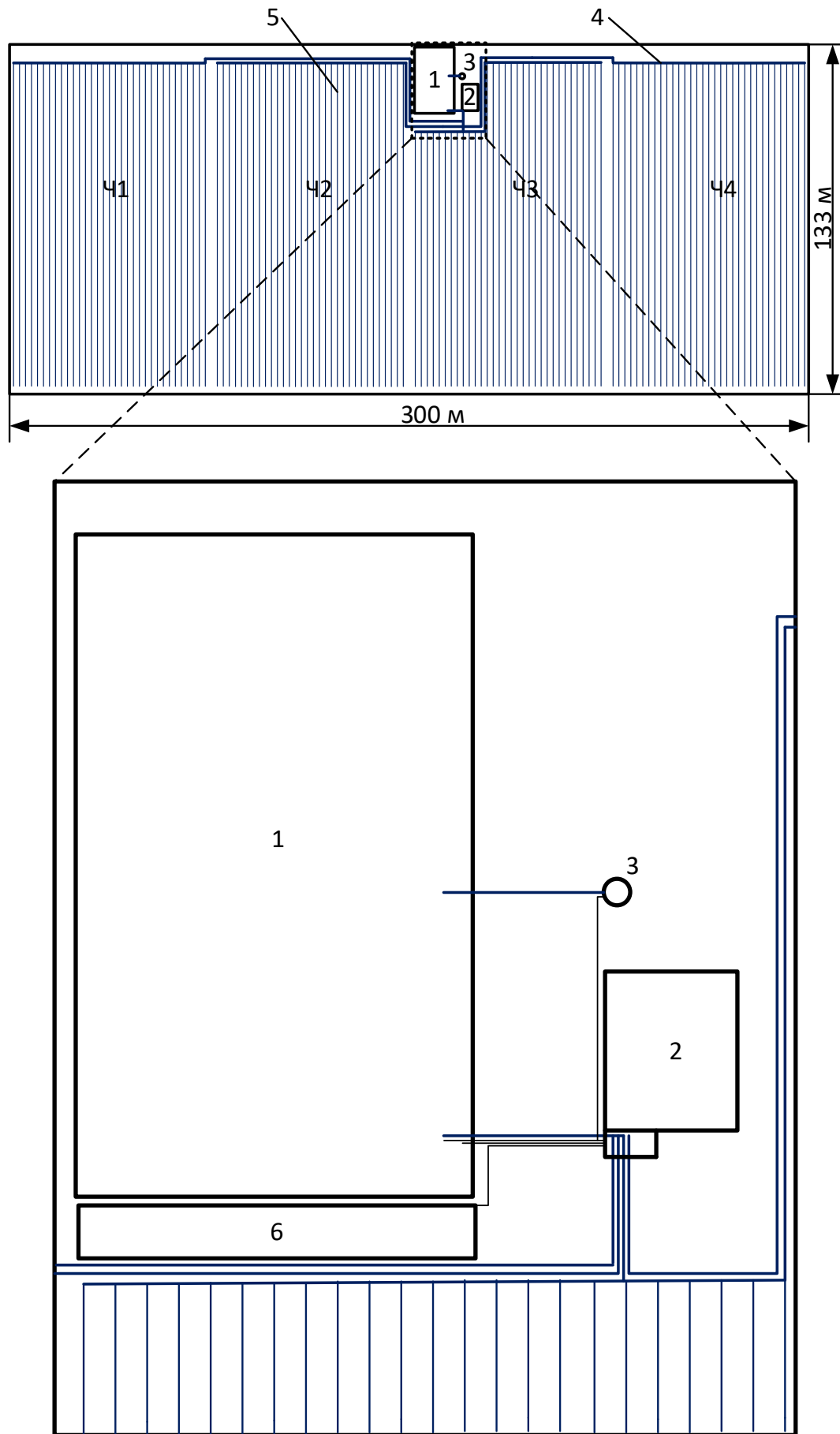


Рис. 3.2 План розташування об'єктів на малиновій фермі

3.3 Вибір насосного обладнання малинової ферми

Вибір глибинного насоса для свердловини на малиновій фермі залежить від ряду технічних вимог та параметрів, що забезпечують ефективне і надійне водопостачання. Основні вимоги включають:

1. Глибина свердловини: насос повинен бути здатним піднімати воду з необхідної глибини свердловини, при цьому враховується не тільки глибина свердловини, але й висота підйому води на поверхню та до місця використання.

2. Продуктивність: кількість води, яку насос може підняти із заданої глибини за певний час, вимірюється у літрах на хвилину (л/хв) або кубічних метрах на годину ($\text{м}^3/\text{год}$). Цей параметр має відповідати потребам ферми у воді. Також продуктивність насоса не повинна перевищувати дебіт свердловини, щоб уникнути виснаження джерела води.

3. Тиск та напір: насос повинен забезпечувати необхідний тиск для системи поливу.

4. Параметри джерела живлення: Відповідність напруги та частоти електричної мережі (наприклад, 220 В або 380 В, 50 Гц). Насос повинен мати потужність, яка може бути забезпечена наявною електромережею або альтернативним джерелом електроживлення (наприклад, сонячними батареями або генератором). У випадку заданого проекту система електропостачання вибирається за обраним насосним обладнанням.

5. Матеріали та стійкість: матеріали, з яких виготовлений насос, повинні бути стійкими до корозії, особливо якщо вода має підвищену мінералізацію та він бути розрахований на тривалий термін експлуатації з мінімальним обслуговуванням.

6. Захист та безпека повинен включати захист від сухого ходу (система, яка автоматично вимикає насос у разі відсутності води, щоб запобігти його пошкодженню).

7. Діаметр насоса: відповідність діаметру свердловини

8. Енергоефективність: насос повинен мати високий ККД та мінімальне енергоспоживання, що зменшить витрати на електроенергію.

9. Сертифікація та відповідність стандартам.

Основні описані параметри, що визначають вибір насоса для свердловини, зведені у табл 2.2. На основі них було обрано насос марки Pedrollo 4SR4m / 12 F. Його номінальні параметри подані у табл. 3.1



Рис. 3.3 Глибинний насос Pedrollo 4SR4m/12F

Таблиця 3.1 Номінальні параметри глибинного насоса Pedrollo 4SR4m/12F

Назва	Позн.	Од. виміру	Значення
Виробник	-	-	Pedrollo (Італія)
Потужність насоса	$P_{ном}$	кВт	1,1
Напруга живлення	$U_{ном}$	В	380 (3ф)
Діапазон глибин	h	м	30..100м
Продуктивність з глибини 80 м	V_0	м ³	3
Матеріал корпусу	-	-	Нержавіюча сталь
Коефіцієнт корисної дії з V_0	η		0,64

Для насоса, що забезпечує подачу води із басейну до системи поливу малинової ферми висуваються схожі, але дещо нижчі вимоги, ніж до глибинного у зв'язку з кращими умовами роботи та обслуговування. Основною вимогою є забезпечення необхідної добової потреби малинової ферми, підрахованої у розділі 2.

Виходячи з цього можна обрати відцентровий насос Sprut MRS-H5, зображений на рис. 3.4, а його технічні параметри подані у табл. 3.2

Цей насос здатний працювати з перетворювачем частоти для регулювання його продуктивності, що дозволяє його використовувати у системі поливу та реалізації на його основі регулятора тиску.



Рисунок 3.4 Зовнішній вигляд насосу Sprut MRS-H5

Таблиця 3.2 Номінальні параметри глибинного насоса Sprut MRS-H5

Назва	Позн.	Од. виміру	Значення
Виробник	-	-	Sprut (Китай)
Спосіб установки	-	-	поверхневий
Потужність насоса	Р _{ном}	кВт	1,5
Напруга живлення	U _{ном}	В	380 (3ф)
Максимальний споживаний струм	I _{ном}	А	2,8
Максимальний напір	h	м	58м
Продуктивність	V ₀	м ³	8,4
Матеріал корпусу	-	-	Нержавіюча сталь

Висновки

Таким чином у розділі було розроблено узагальнену структурну схему системи водозабезпечення та поливу малинової ферми, складено план розташування основних об'єктів на ній, а також обрано насосне обладнання. Насос, що буде забезпечувати водовидобування зі свердловини має номінальну потужність 1,1 кВт, а насос, покликаний здійснювати розподіл води у системі поливу 1,5 кВт. Їх сумарна потужність буде основним споживанням малинової ферми й буде визначати потужність джерела електропостачання, вибір якого буде здійснюватись на наступному етапі.

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ

Як було зазначено під час аналізу об'єкта малинова ферми є досить віддаленою від населеного пункту, що ускладнює приєднання до мереж регіональної електропостачальної компанії.

Вибір джерела електропостачання таких віддалених об'єктів повинен базуватися на таких критеріях, як надійність, економічність, екологічність та можливість забезпечення необхідної потужності.

4.2 Технічні аспекти вибору джерела електропостачання

Розглянемо основні варіанти джерел електропостачання та їх техніко-економічне обґрунтування.

4. Мережеве електропостачання

Переваги:

- Надійність: Стабільне і постійне постачання електроенергії від мережі.
- Висока потужність: Можливість отримання необхідної кількості електроенергії для роботи всіх систем ферми.
- Інфраструктура: Вже наявна електрична мережа, що зменшує початкові інвестиції.

Недоліки:

- Повна залежність від постачальника електроенергії та ризик відключення у випадку аварій або перевантаження мережі.
- Висока вартість під'єднання до джерел електроенергії, особливо таких віддалених об'єктів, як малинова ферма, що включає в себе технічні умови, будівництво досить протяжної лінії електропередач тощо.
- Непрозорість процедур отримання технічних умов, дозвільних документів та прийняття об'єктів електропостачання в

експлуатацію, що на практиці може бути непрогнозовано тривалою в часі та супроводжуватись накладних неофіційними витратами.

2. Генератори на викопному паливі (дизельні або бензинові)

Переваги:

Автономність: Можливість незалежного постачання електроенергії в разі відключення мережі.

Мобільність: Легкість транспортування та встановлення.

Недоліки:

Екологічність: Викиди шкідливих речовин, що негативно впливають на навколишнє середовище.

Вартість палива: Високі поточні витрати на паливо.

Шум: Високий рівень шуму при роботі генераторів.

3. Фотоелектричні панелі

Переваги:

Екологічність: Відсутність викидів та використання відновлювального джерела енергії.

Низькі експлуатаційні витрати: Після початкових інвестицій вартість експлуатації мінімальна.

Незалежність: Зменшення залежності від центральної мережі, відносна простота введення в експлуатацію.

Недоліки:

Початкові інвестиції: Висока вартість установки.

Залежність від погодних умов: Зниження ефективності в похмуру погоду та вночі.

Потрібна площа: Необхідність великої площі для встановлення панелей.

Останні два недоліки є невизначальними в умовах малинкової ферми, оскільки основні витрати води відбуваються в суху літню, а отже, сонячну погоду, а площа панелей не має великого значення на фоні великої площі ферми.

4. Вітрові турбіни

Переваги:

Екологічність: Відсутність викидів та використання відновлювального джерела енергії.

Незалежність: Зменшення залежності від центральної мережі.

Недоліки:

Залежність від місця розташування: Ефективність залежить від вітрових умов, які не завжди є стабільними.

Шум та візуальний вплив: Можливий вплив на ландшафт та створення шуму.

4. Гібридні системи (поєднання сонячних панелей, вітрових турбін та генераторів)

Переваги:

Надійність: Зменшення залежності від одного джерела енергії, підвищення стабільності постачання.

Економічність: Можливість оптимізації витрат на електроенергію.

Екологічність: Використання відновлювальних джерел енергії.

Недоліки:

Початкові інвестиції: Високі витрати на встановлення та налаштування системи.

Складність управління: Необхідність у складному управлінні та технічному обслуговуванні.

Оцінку техніко-економічних показників будемо проводити для перших трьох варіантів, оскільки спорудження вітрових турбін було прийнято недоцільним через вартість стартових інвестицій на необхідність технічного обслуговування. Гібридні системи виходять за межі бюджету проекту.

Охарактеризуємо технічне завдання для трьох систем електропостачання: мережеві, генератори на викопному паливі, фотоелектричні панелі. Потужність системи електрозабезпечення повинна бути такою, щоб забезпечити роботу двох насосів та системи керування, та складає 3 кВт.

4.2 Економічне обґрунтування вибору джерела електропостачання

При порівнянні можливих варіантів електрозабезпечення скористаємось методом приведених затрат, за яким вибір будь-якого варіанту кращим, за інших рівних умов, вважається той, що вимагає менше приведених витрат:

$$Z = E_n \cdot K + C, \quad (4.1)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності ($E_n=0,17$), 1/рік;

K – капіталовкладення, в які входять вартість окремих елементів системи електропостачання, грн;

C – загальні щорічні витрати, що впливають на собівартість продукції, грн/рік.

Виконаємо розрахунок для системи з фотоелектричними панелями.

Капітальні витрати на систему такого електропостачання включають витрати на 6 фотоелектричних панелей номінальною потужністю 550 Вт:

$$K_{\Phi EP} = 6 \cdot 5200 = 31200 \text{ грн},$$

інвертор номінальною потужністю 5,5 кВт: $K_{Inv} = 18000 \text{ грн}$,

4 акумуляторні батареї загальною місткістю 6 кВт год та екволайзер:

$$K_{AB} = 4 \cdot 13500 + 3000 = 57000 \text{ грн}.$$

Таким чином капітальні витрати:

$$K = K_{\Phi EP} + K_{Inv} + K_{AB} = 31200 + 18000 + 57000 = 106200 \text{ грн} \quad (4.2)$$

Річні капітальні витрати:

$$K_{річні} = E_n \cdot K \quad (4.2)$$

$$K_{річні} = 0,17 \cdot 106200 = 18050 \text{ грн}$$

Загальні щорічні відрахування:

$$C = C_a + C_0 + C_{\Delta W}, \quad (4.3)$$

де C_0 – витрати на технічне обслуговування та ремонт:

$$C_p = E_p \cdot K, \quad (4.4)$$

Коефіцієнт E_0 для електрообладнання приймають 2%. Таким чином:

$$C_0 = 0.02 \cdot 106200 = 2024 \text{ грн}$$

C_a – амортизаційні відрахування:

$$C_a = E_a \cdot K, \quad (4.5)$$

де E_a – коефіцієнт ($E_a = 0,05$). Тоді:

$$C_a = 0.05 \cdot 106200 = 5310 \text{ грн};$$

C_w – витрати на електроенергію.

$$C_w = m_0 \cdot W, \quad (4.6)$$

де m_0 – вартість електроенергії;

W – кількість спожитої електроенергії за рік, кВт год.

$$W = k_{одн} \cdot P \cdot T_p, \quad (4.7)$$

де $k_{одн}$ - коефіцієнт, що враховує одночасність роботи обладнання системи та його завантаження. Прийmemo $k_{одн} = 0,7$;

P - встановлена потужність обладнання малинової ферми, кВт;

T_p – річний час роботи системи за рік, який обраховується за виразом:

$$T_p = d \cdot t_0, \quad (4.8)$$

де d – кількість днів роботи обладнання у період з 15 квітня по 30 вересня ($d = 168$);

t_0 – кількість робочих годин в день для малинової ферми коливається в залежності від сезону та погодніх умов. В середньому прийmemo $t_0 = 12$ год.

Таким чином:

$$T_p = 168 \cdot 12 = 2016 \text{ (год)}$$

$$W = 0,7 \cdot 3 \cdot 2016 = 4234 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

Оскільки джерелом енергії в даній системі постачання є власні фотоелектричні панелі, тому вартість електроенергії можна вважати рівним 0. Тому $C_w = 0$, а загальні щорічні витрати:

$$C = 2024 + 5310 + 0 = 7334 \text{ грн}$$

Таким чином приведені затрати складуть:

$$Z = 18050 + 7334 = 25380 \text{ грн}$$

Зведемо результати розрахунків до табл. 4.1

Аналогічно проведемо обрахунки для системи мережевого електропостачання.

Оскільки мережі електропостачальної компанії віддалені від малинової ферми на відстань 1 км, то капітальні витрати на систему такого електропостачання включають витрати на технічні умови та проектування:

$$K_{тд} = 3 \cdot 6000 = 18000 \text{ грн},$$

Спорудження лінії електропередачі: $K_{лел} = 300000 \text{ грн},$

Таким чином капітальні витрати:

$$K = 18000 + 300000 = 318000 \text{ грн}$$

Річні капітальні витрати:

$$K_{річні} = 0,17 \cdot 318000 = 54016 \text{ грн}$$

Загальні щорічні відрахування:

$$C_0 = 0,02 \cdot 318000 = 6360 \text{ грн}$$

$$C_a = 0,05 \cdot 106200 = 15900 \text{ грн};$$

Середня вартість електроенергії для непобутових споживачів на енергоринку з врахуванням доставки $m_0 = 8 \text{ грн}$ в 2023 році. Тоді:

$$C_w = 8 \cdot 4234 = 37870 \text{ грн}.$$

$$C = 6350 + 15900 + 37870 = 56130 \text{ грн}$$

Таким чином приведені затрати складуть:

$$З = 54060 + 56130 = 110200 \text{ грн}$$

Зведемо результати розрахунків до табл. 4.1.

Аналогічним чином оцінимо приведені затрати системи електропостачання з бензиновим генератором:

Капітальні витрати:

$$K = 15000 \text{ грн}$$

Річні капітальні витрати:

$$K_{\text{річні}} = 0,17 \cdot 15000 = 2550 \text{ грн}$$

Бензинові генератори приводить в рух двигун внутрішнього згорання, для якого витрати на обслуговування є вищими, а очікуваний термін роботи меншим у порівнянні з електрообладнанням, що немає обертових частин. Тому

$$C_0 = 0,2 \cdot 15000 = 3000 \text{ грн}$$

$$C_a = 0,2 \cdot 15000 = 3000 \text{ грн};$$

Відповідно до паспортних даних бензинових генераторів витрата палива складає близько 0,5 л / кВт год, а середня вартість бензину 2024 року 45 грн/л. Таким чином вартість електроенергії для бензинового генератора складає:

$$m_0 = 0,5 \cdot 45 = 22,5 \text{ грн} / \text{кВт} \cdot \text{год}.$$

Тоді:

$$C_w = 22,5 \cdot 4234 = 95270 \text{ грн.}$$

$$C = 3000 + 3000 + 95270 = 101300 \text{ грн}$$

Таким чином приведені затрати складуть:

$$З = 2550 + 101300 = 103800 \text{ грн}$$

Зведемо результати розрахунків до табл. 4.1.

Таблиця 4.1 Порівняльна таблиця економічних показників

Показник	Системи електропостачання		
	Система з ФЕП	Мережеве електропостачання	Бензиновий генератор
Номінальна потужність, кВт	5	5	5
Капітальні затрати К, грн.	106200	318000	15000
Річні капітальні затрати $K_{\text{річні}}$, грн.	18050	6360	2550
Відрахування на технічне обслуговування і ремонт C_0 , грн./рік	2024	15900	3000
Амортизаційні відрахування C_A , грн./рік	53100	37870	3000
Обсяг споживаної електроенергії, кВт год/рік	4234	4234	4234
Ціна електроенергії, грн/кВт год	0	8	22,5
Загальні відрахування С, грн./рік	7334	56130	101300

Приведені затрати З, грн./рік	25380	110200	103800
-------------------------------	-------	--------	--------

Висновки

Аналізуючи отримані у табл. 4.1 дані можна зробити висновок, що найменші капітальні витрати передбачає система з бензиновим генератором, а найбільші – для системи мережевого живлення, що і передбачалось, оскільки має значна віддаль від мереж електропостачальної компанії.

Найнищі поточні витрати має система з фотоелектричними панелями, що пояснюється тим, що для генерації енергії такими системами використовується енергія сонця. Ця обставина разом із значною вартістю генерації для бензинового генератора зумовлює, що приведені затрати системи енергозабезпечення з фотоелектричними панелями є меншими в майже 4 рази.

Таким чином для забезпечення електроенергією системи водопостачання та поливу малинової ферми найбільш доцільно використовувати фотоелектричні панелі з акумуляторними батареями, що зменшуватимуть вплив погодних факторів.

Окремо варто зазначити, що залежність від погодних умов, як найбільшого недоліку такої системи нівелюється, що найбільшу потребу у поливі, а значить в енергії, яка її забезпечуватиме, малинова ферма має в жаркі сонячні дні, коли фотоелектрична генерація максимальна.

5. ВИБІР ТА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОЛИВУ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ

Вибір основних елементів системи водозабезпечення та поливу малинової ферми здійснюється у відповідності до структурної схеми поданої у розділі 3 та на підставі техніко економічного обґрунтування вибору системи енергоживлення на основі фотоелектричних панелей.

Основне обладнання поділяється на дві частини: силове обладнання, що включає забезпечення електроенергією та живлення насосів та обладнання кіл керування.

5.1 Вибір силового обладнання системи водозабезпечення та поливу малинової ферми

До силового обладнання системи водозабезпечення та поливу малинової ферми належать:

- фотоелектричні панелі, що перетворюють енергію сонця у електричну енергію;
- акумуляторні батареї призначені для накопичення енергії;
- гібридний сонячний інвертор, який здатний знімати енергію з сонячних панелей з максимальною ефективністю, накопичувати її в акумуляторних батареях та перетворювати у змінну напругу;
- перетворювачі частоти, що живлять насосне обладнання, регулюючи його за необхідними законами.

У відповідності розрахунковому значенні споживання потужності малиною фермою, яке складає 3 кВт необхідно обрати фотоелектричні панелі з запасом 10 %. Таким чином їх загальна потужність повинна складати 3,3 кВт.

Для поставлених задач цілком підійдуть фотоелектричні панелі RSM110-8-550M TITAN, бренду RISEN. Це монокристалічні панелі, що мають

підвищену енергоефективність перетворення енергії та приведену до площі питому потужність, зовнішній вигляд та технічні параметри якої приведено на рис. 5.1 та у табл. 5.1.

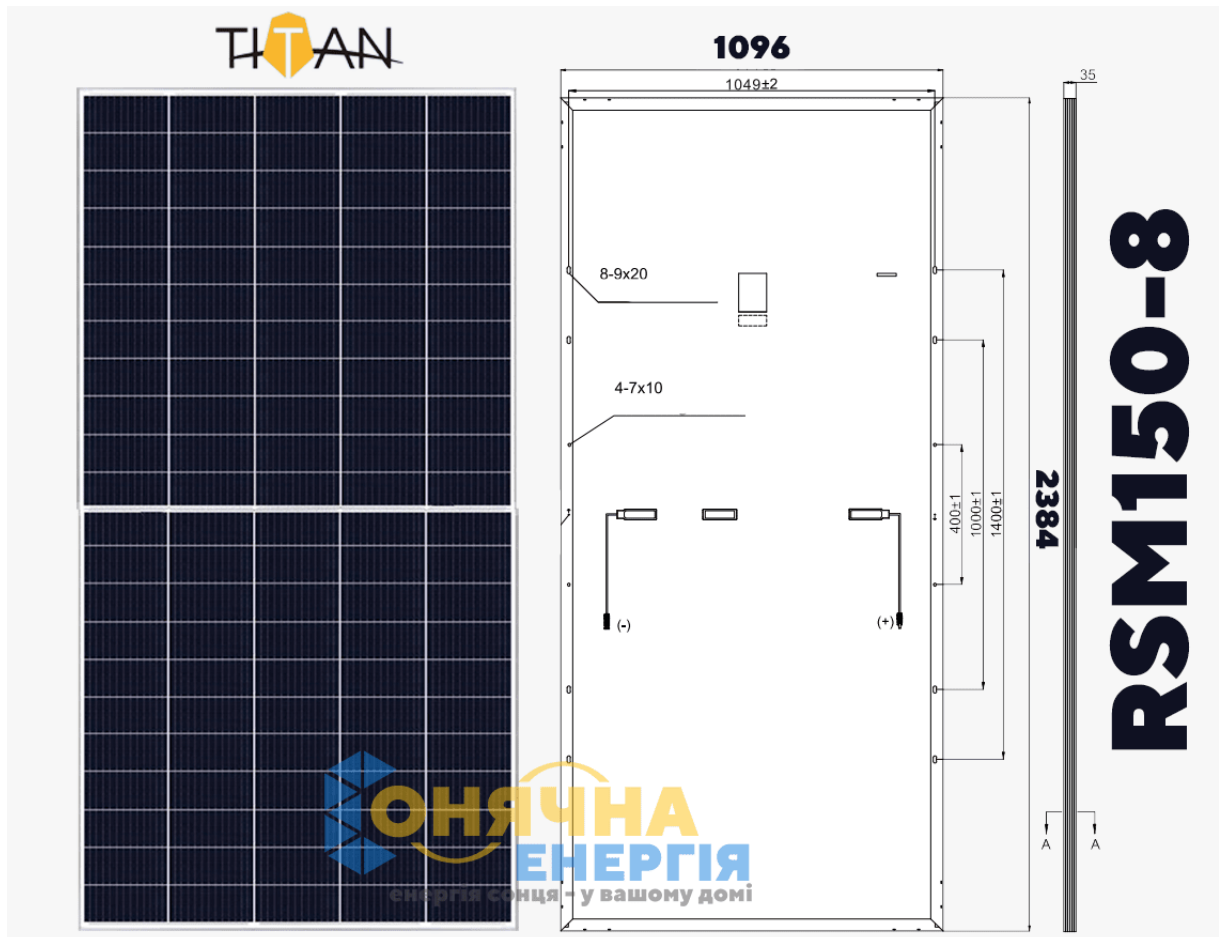


Рисунок 5.1 Фотоелектричні панелі RSM110-8-550M TITAN

Фотоелектричні панелі Risen RSM110-8-550M є одним з найпотужніших рішень у сфері фотовольтаїки. Компанія Risen Energy, яка слідує тенденції збільшення потужності панелей, представила цей варіант як частину серії нових панелей потужністю від 550 Вт. Цей модуль поєднує високу потужність, відмінну якість та економічну вигоду. Виготовлена китайським брендом Risen Energy, ця компанія є одним з найбільших виробників сонячних панелей і входить до престижного списку Tier 1, складеного аналітичною компанією Bloomberg.

Таблиця 5.1 Параметри ФЕП RSM110-8-550M TITAN

Ширина (мм)	2384
Довжина (мм)	1096
Товщина (мм)	35
Матеріал рамки	Алюміній
Потужність (Вт)	550
Ступінь захисту IP	68
Напруга холостого ходу (В)	38.24
Кількість елементів (шт.)	110
ККД, не менше (%)	21
Напруга за максимальної потужності (В)	31.86
Струм за максимальної потужності (А)	17.27
Струм короткого замикання (А)	18.28

Генерація фотоелектричних панелей залежить від рівня світлового опромінення, що відображають характеристики подані на рисю 5.2. Точка максимальної генерованої потужності є різною для різних значень світлового опромінення та знаходиться в межах 30 – 35 В. Для того, щоб перетворити найбільшу згенеровану потужність на вході перетворювача, на який працює ФЕП є трекер точки максимальної потужності (mppt maximum power point tracking).

По суті це є імпульсний перетворювач постійної напруги (ІППН), який перетворює постійну напругу з панелей, значення якої змінюється в залежності від освітлення в постійну напругу ланки постійного струму сонячного інвертора з якої вже модулюється змінна вихідна напруга. Пошук точки максимальної потужності відбувається автоматично засобами широтно-імпульсного регулювання ІППН.

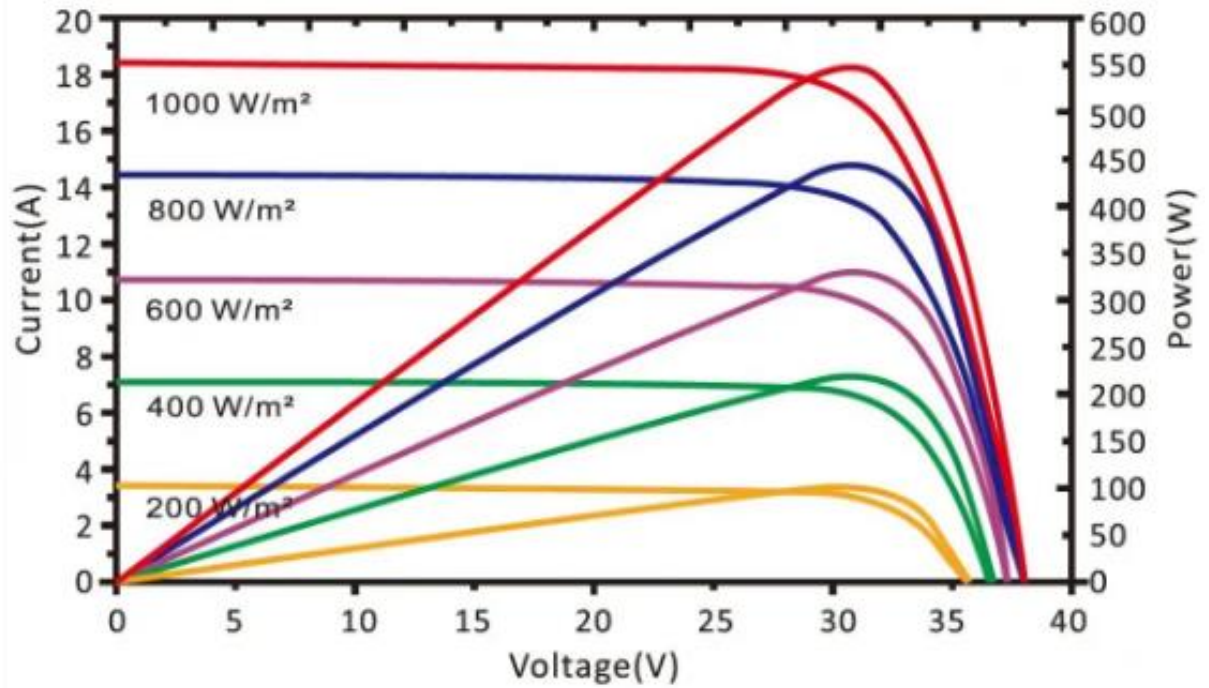


Рисунок 5.2 Характеристики ФЕП при різних опроміненнях

Також генерація ФЕП є чутливою до температури, що відображують ВАХ рис. 5.3, хоча і обрана модель має низьке значення температурного коефіцієнта у порівнянні з аналогами.

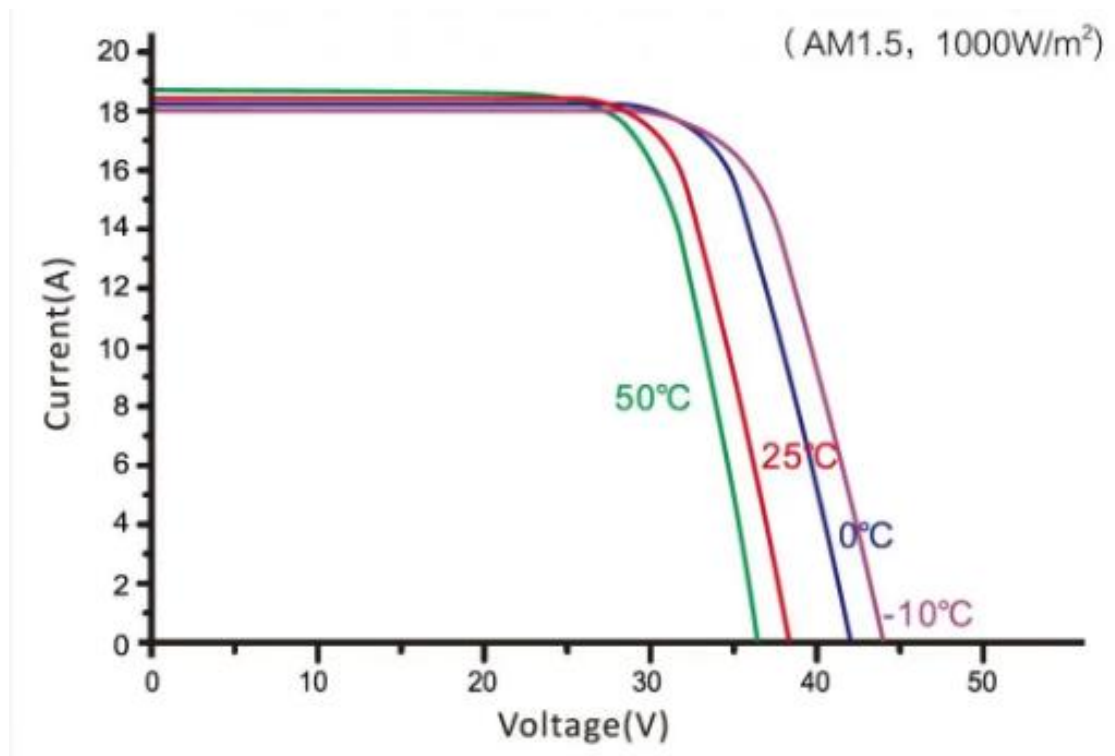


Рисунок 5.3 Характеристики роботи ФЕП в залежності від температури

Для забезпечення необхідної потужності панелей RSM110-8-550M TITAN необхідно 5 шт.

Для силового перетворення енергії обрано гібридний інвертор PV-18-5048 VPK бренду Must. Він володіє такими перевагами:

- правильна синусоїдна форма вихідної напруги
- налаштування Smart LCD (робочі режими, струм заряду, напруга заряду тощо)
- вбудований ШІМ контролер заряду від сонячної енергії 50A/60A
- комбінований режим роботи: ФЕП, мережа змінного струму та джерело живлення від батареї для безперервного живлення
- захист від перевантаження, короткого замикання та глибокого розряду
- підтримка функції моніторингу USB, RS485 та WIFI віддалений моніторинг
- сумісність з мотогенератором.

Структурна схема підключення PV-18-5048 VPK подана на рис. 5.4

Споживачами даного пристрою можуть бути усі види споживачів, що призначенні для роботи в однофазній стандартній мережі, так як він забезпечує синусоїдну форму вихідної напруги. У нашому випадку це насосне обладнання малинової ферми. Джерелом може бути стандартна мережа (або мотогенератор), ФЕП або акумуляторні батареї, які заряджаються в автоматичному режимі. Даний пристрій не призначений для передачі енергії в мережу, але для поставленої мети ця функція не є потрібною.

Пристрій PV-18-5048 VPK є сукупністю декількох силових перетворювачів, що взаємодіють між собою: ІППН, що працює у якості трекера максимальної потужності, ІППН, що здійснює заряджання акумуляторної батареї, керований випрямляч та автономний інвертор напруги.

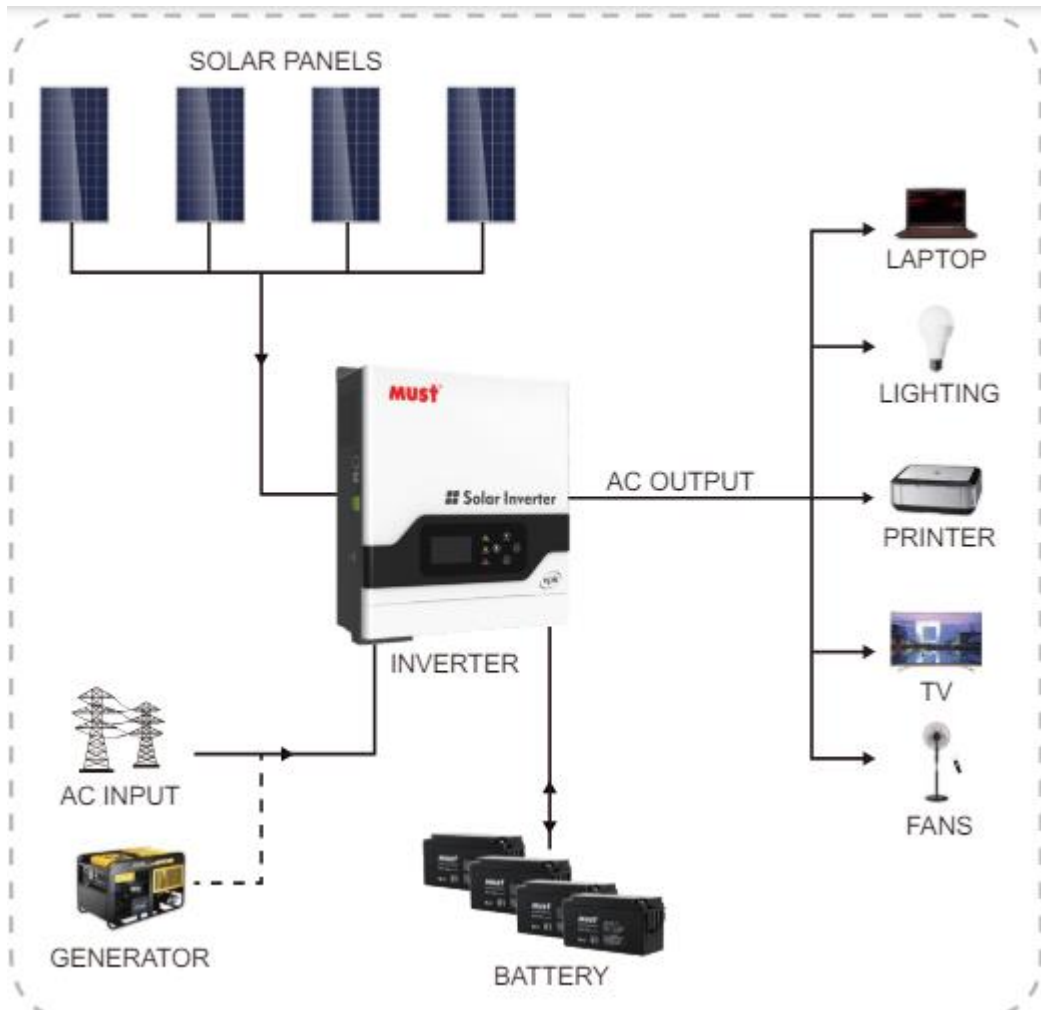


Рисунок 5.4 Структурна схема роботи гібридного інвертора

Технічні характеристики обраного інвертора приведені у табл .5.2

Таблиця 5.2 Основні технічні характеристики інвертора

Номінальна напруга акумуляторної батареї, В		48
Вихідний інвертор	Номінальна активна потужність, Вт	5000
	Максимальна потужність, Вт	6000
	Вихідна напруга, В	230
	Енергоефективність, %	93
Кола заряду	Максимальна постійна напруга входу ФЕП, В	105
	Максимальний струм заряду від ФЕП, А	60
	Максимальний струм заряду від мережі, А	60
	Загальний струм заряду батарей, А	120

Такий інвертор вибраний із запасом по потужності для можливості зростання електроспоживання малиною фермою, а також, щоб була змога пропустити пускові струми насосного обладнання.

У якості резервного живлення при відсутності сонячної генерації впланується використовувати акумулятор марки LogicPower типу LP LiFePO4 12,8V - 100 Ah (1280Wh).

Акумулятори виконані за технологією LiFePO4 мають високий ККД (до 94%), низький саморозряд і широкий діапазон робочих температур (-15 ~ +60°C).

Акумулятори LiFePO4 швидко заряджаються, повністю герметичні (можна експлуатувати в будь-якому положенні) і мають компактні розміри. Також значною перевагою таких акумуляторів є велика кількість циклів заряду – розряду та можливості повної розрядки.

Технічні характеристики обраних акумуляторів подана у табл. 5.3

Таблиця 5.3 Основні технічні характеристики АКБ LP LiFePO4 12,8V - 100 Ah (1280Wh)

Тип	LiFePO4
Номінальна ємність, Ah	100
Ємність, Wh	1280
Номінальна напруга, V	12,8
Номінальний струм заряду, A	40
Номінальний струм розряду, A	50
Розміри, ДШВ, мм	260*170*230
Кількість циклів заряду перезаряду	7000

Принцип роботи джерела безперебійного живлення (ДБЖ) із зовнішнім акумулятором побудовано таким чином, що коли сонячна генерація зникає, акумулятор віддає накопичену ємність споживачеві (відбувається розряд батареї), а потім, після відновлення генерації автоматично заряджає акумулятор.

Для поставлених задач щодо енергозабезпечення малинової ферми необхідно 4 таких акумуляторних батареї.

Оскільки коефіцієнт енергоефективності перетворення в таких пристроях, як PV-18-5048 VPK, є досить обмеженим (до 93%) та щоб уникнути подвійного перетворення енергії, кожен з якого зменшує загальну енергоефективність системи, прийнято рішення застосувати для живлення глибинного насоса перетворювач частоти, що здатний працювати на пряму від сонячних панелей.

Це може бути перетворювач частоти бренду INVT серії GD-100-PV, а саме GD100-1R5G-S2-PV.

Його головною галуззю застосування є саме системи водопостачання зі свердловин з метою поливу, що демонструє рис. 5.5. Він здатний живитись на пряму від сонячних панелей або від мережі змінної напруги, що у випадку малинової ферми є виходом гібридного інвертора.

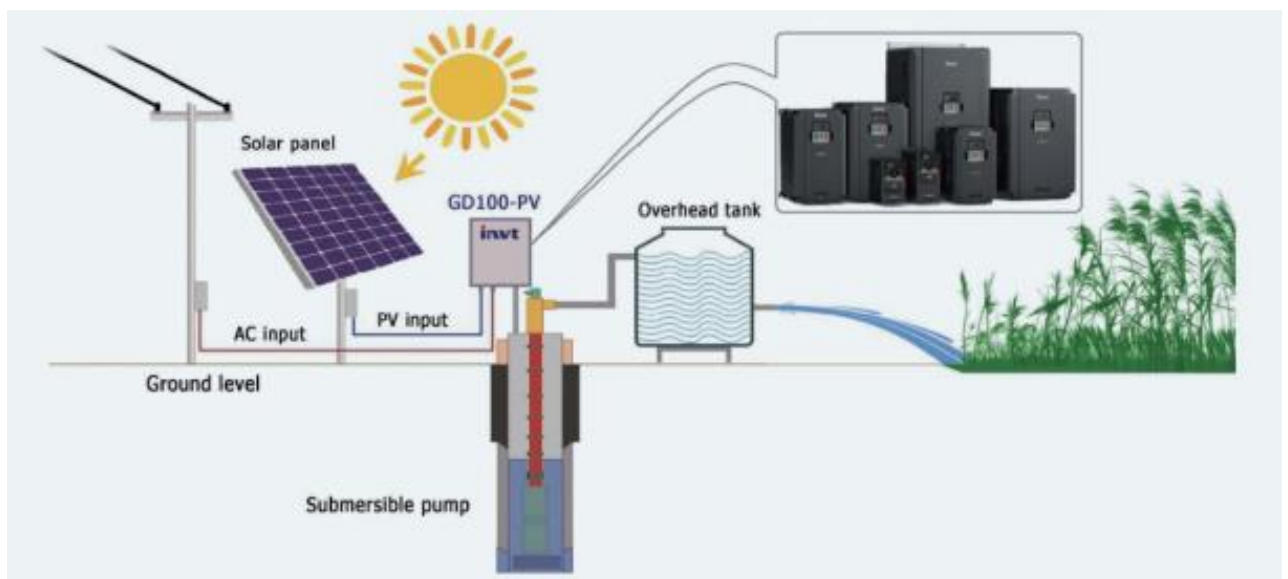


Рисунок 5.5 Застосування перетворювачів частоти GD100-PV

Основні технічні параметри приведені в табл. 5.4

Таблиця 5.4 Основні технічні характеристики перетворювача частоти GD100-PV

Номінальна активна потужність, Вт	1500
Вхідна напруга, В	220, 1ф
Вихідна напруга, В	220, 3ф
Максимальний постійний вхідний струм	12
Максимальний вхідний змінний струм, А	15,7
Максимальний вихідний струм, А	7,5

Основним режимом роботи глибинного насоса є робота ПЧ від ФЕП, як показано на рис. 5.6. В залежності від рівня освітлення ФЕП генерує певне значення енергії, яке перетворюється ПЧ, де формується таке значення напруги та частоти на двигуні насоса, щоб використати максимум згенерованої ФЕП енергії.

При зменшенні рівня освітленості ПЧ зменшує частоту вихідної напруги, зменшуючи подачу води. Алгоритми ПЧ працюють автоматично й забезпечують максимальну енергоефективність перетворення.

Для забезпечення роботи глибинного насоса у часові інтервали, коли освітлення недостатнє, щоб здійснювати викачку води використовується ключовий модуль, що автоматично перемикає роботу ПЧ на живлення від мережі змінного струму.

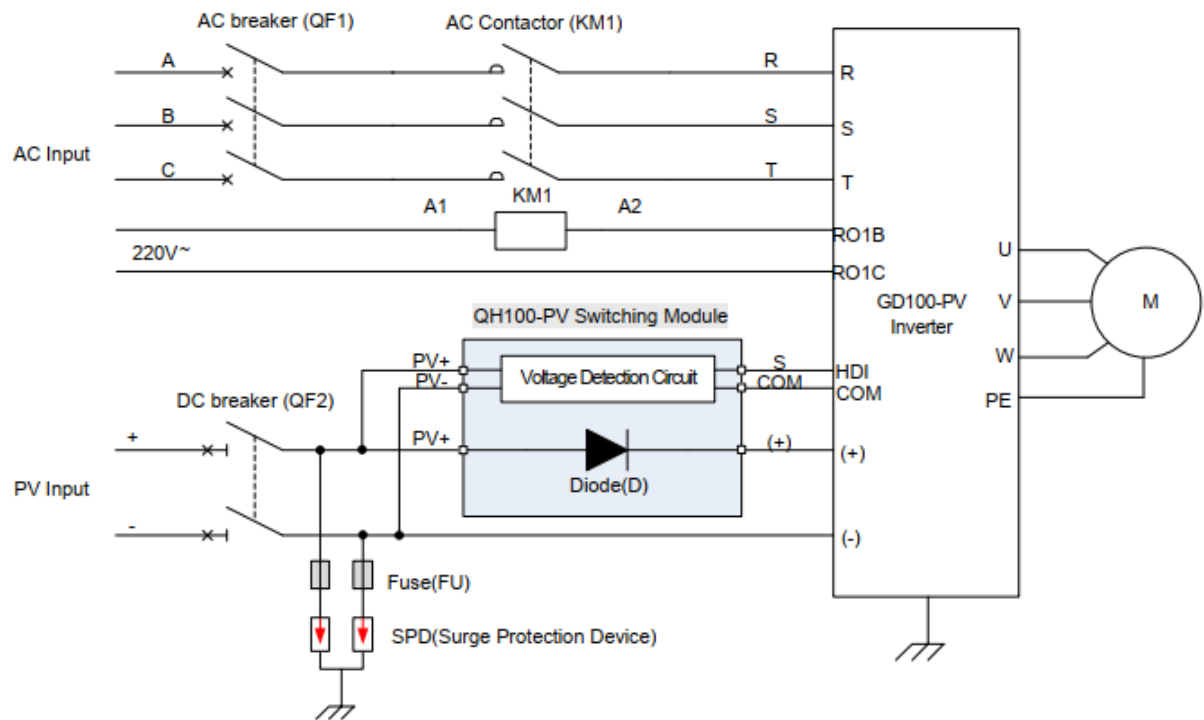


Рисунок 5.6 Схема роботи глибинного насоса

Такий самий інвертор може бути використаний для живлення насоса, що забезпечує тиск в системі поливу. Однак, оскільки він має працювати в якості регулятора тиску, що вимагає стабільного джерела живлення, тому він заживлюється виключно від мережі змінної напруги.

5.2 Вибір обладнання кіл керування системи водозабезпечення та поливу малинової ферми

До такого обладнання належать:

- сенсори рівня води у басейні;
- сенсор тиску;
- розходомір;
- запірна арматура окремих рукавів поливу.

Контроль за рівнем води може здійснюватись одним з двох основних способів: за допомогою поплавкових або електродних сенсорів. Вибір між ними залежить від конкретних вимог застосування та умов експлуатації.

Поплавкові сенсори використовують поплавок, який піднімається або опускається разом із рівнем води. Це переміщення активує перемикач або змінює магнітне поле, яке реєструється датчиком.

До його переваг відносять простоту конструкції й надійність, стійкість до забруднень, низьку вартість та легкість у встановленні й обслуговуванні. Недоліком є обмежена точність порівняно з деякими іншими типами сенсорів, можливі також механічні проблеми через зношування або застрягання поплавка.

Електродні сенсори використовують електроди, занурені у воду, для вимірювання рівня через зміни електричної провідності між електродами. Коли вода контактує з електродом, це замінює сигнал, який можна використовувати для визначення рівня води.

Їх перевагами є висока точність вимірювання, можливість використовувати для рідин з різними властивостями (якщо правильно налаштовані), широкий діапазон застосувань від побутових до промислових, можливість безперервного моніторингу рівня. Недоліками є потреба в електроживленні для роботи, більш складні у встановленні та налаштуванні порівняно з поплавковими сенсорами, чутливість до забруднень, вища вартість у порівнянні з простими механічними поплавками.

Отже, поплавкові сенсори можуть бути кращими для простих застосувань, де потрібна надійність, низька вартість і простота обслуговування. Вони добре підходять для невеликих резервуарів або систем, де точність не є критичною.

Електродні сенсори підходять для застосувань, де потрібна висока точність і можливість безперервного моніторингу. Вони корисні в промислових умовах, де важливо отримувати точні дані про рівень рідини. Однак, їх установка та обслуговування можуть бути більш складними.

Для поставлених задач моніторингу рівня води в басейні краще підходять поплавкові сенсори рівня, наприклад ПДУ 1.1, зовнішній вигляд яких подано на рис. 5.7



Рисунок 5.7 Зовнішній вигляд сенсора рівня ПДУ 1.1

Принцип їхньої дії базується на механічному переміщенні поплавка з постійним магнітом уздовж штоку, всередині якого розміщено геркон. Коли магніт досягає заданого рівня, герконовий контакт замикається, і на виході пристрою генерується відповідний сигнал.

Для перетворення тиску в аналоговий електричний сигнал (наприклад 4..20мА) використовують сенсор (перетворювач) тиску. Перетворювач тиску – це пристрій, який вимірює тиск рідини або газу і перетворює його в електричний сигнал, що може бути використаний для подальшого аналізу, управління або відображення. При виборі перетворювача тиску необхідно враховувати такі основні фактори, як діапазон та точність вимірювання, середовище вимірювання, тип з’єднання та вихідного сигналу тощо.

Для контролю тиску в системі поливу малини може бути використаний універсальний перетворювач тиску Hosswill HCP100 для рідин і газів.

Зовнішній вигляд та основні його технічні параметри подані на рис. 5.8 та у табл. 5.5 відповідно.



Рисунок 5.8 Зовнішній вигляд сенсора тиску Hosswill HCP100

Таблиця 5.5 Основні параметри сенсора тиску Hosswill HCP100

Матеріал:	неіржавіюча сталь 304
Вихідний сигнал:	струм 4-20mA
Напруга живлення:	15-30VDC
Межі вимірювання:	0~1MPa (0~10 бар)
Точність:	0.3%

На основі цього пристрою та перетворювачі частоти можна виконати регулятор тиску, який забезпечуватиме тиск у системі поливу на необхідному рівні 1,5 - 2 бар не залежно від зміни витрати води.

Витрату води покликаний моніторити витратомір. По суті – це електронний лічильник води, який індикує ще й миттєвий розхід води. Оскільки витратомір у системі поливу є засобом допоміжного моніторингу стану поливу, тому до нього не пред’являють жорстких вимог.

З покладеною роллю цілком здатний впоратись недорогий електронний витратомір рідини K24 з перехідною муфтою в комплекті. Він призначений для

вимірювання кількості рідини та працює на турбінному принципі вимірювання. Його зовнішній вигляд подано на рис. 5.9



Рисунок 5.9 Зовнішній вигляд витратоміра K24

Простий в інсталяції пристрій, що має цифровий дисплей. Лічильник зберігає всі дані навіть при тривалому відключенні живлення.

За принципом дії цей прилад є ротаційним, тобто по мірі протікання через витратомір вода стикається з лопатками турбіни, змушуючи її обертатися навколо осі уздовж центральної лінії корпусу турбіни.

Як запірну арматуру для гілок системи поливу обрано електромагнітні клапани Jakša. Вони представлені в широкому асортименті для різних застосувань. Приводяться в дію соленоїдом з живленням 24 В постійного або 230 В змінного струму. Доступні моделі з нормально закритим та нормально відкритим клапаном. Корпуси клапанів виготовлені з латуні (якщо не зазначено інше), ущільнювачі – з бутадієн-нітрильного каучуку (NBR), етилен-пропілен-дієн-каучуку (EDPM), політетрафторетилену (PTFE) або фторкаучуку (FPM) залежно від умов застосувань.

Електромагнітні клапани Jakša D240 з діаметром патрубків G1 здатні пропускати до 310 л /хв, що цілком задовільняє норму витрати води насоса. Їх зовнішній вигляд подано на рис. 5.10



Рисунок 5.10 Зовнішній вигляд електромагнітного клапана Jakša D240

Висновки

Отже, в даному розділі було обрано основне обладнання автоматизованої системи водозабезпечення та поливу малинової ферми, що задовільняє основним вимогам та дає змогу розробляти електричні принципові схеми автоматизованої системи.

Силова частина забезпечується фотоелектричними панелями RSM110-8-550M TITAN, гібридним інвертором PV-18-5048 VPK, акумуляторними батареями LP LiFePO4 12,8V - 100 Ah (1280Wh), перетворювачами частоти GD100-PV.

Кола керування планується виконати за допомогою поплавкових сенсорів рівня ПДУ 1.1, аналогового сенсора тиску Hosswill HCP100, витратоміра K24, запірної арматури Jakša D262N

6. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОЛИВУ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ.

Опрацювання технічної документації вибраного у попередньому розділі обладнання дає змогу розробити принципову електричну схему автоматизованої системи водозабезпечення та поливу малинової ферми (рис. 6.1). Така схема розроблена на основі узагальненої структурної схеми, поданої на рис. 3.1.

Фотоелектричні панелі (ФЕП) RSM110-8-550М з'єднанні послідовно попарно так як показано на рис. 6.1. Таке під'єднання забезпечує необхідну для гібридного інвертора та перетворювача частоти напругу. Одна така пара підключена через автоматичний вимикач QF1 та модуль перемикача живлення Switching Module QH100-PV із входом перетворювача частоти GD100-PV_1, який живить глибинний насос, що підіймає воду із свердловини до басейну.

Дві інші пари послідовно увімкнених ФЕП RSM110-8-550М з'єднані паралельно і підключені через вимикач QF2 зі входом гібридного інвертора Must PV-18-5048 VPK. Його вихід під'єднано через QF5 до перетворювача частоти GD100-PV_2, який живить насос поливу та через QF6 - інші споживачі малинової ферми, зокрема систему подачу води до окремих віток системи поливу.

Інвертор Must PV-18-5048 VPK з'єднаний з акумуляторною батареєю АКБ з напругою 48В. Також він може бути під'єднаний через QF3 до джерела змінної напруги, яким може бути, наприклад мотогенератор. Це може бути корисним, коли погодні умови не дозволяють генерувати ФЕП, а виникає термінова потреба в електроенергії. Згенерована мотогенератором енергія може бути використана для споживачів ферми або накопичена в АКБ, що продовжує роботу з навіть вимкненим бензиновим генератором.

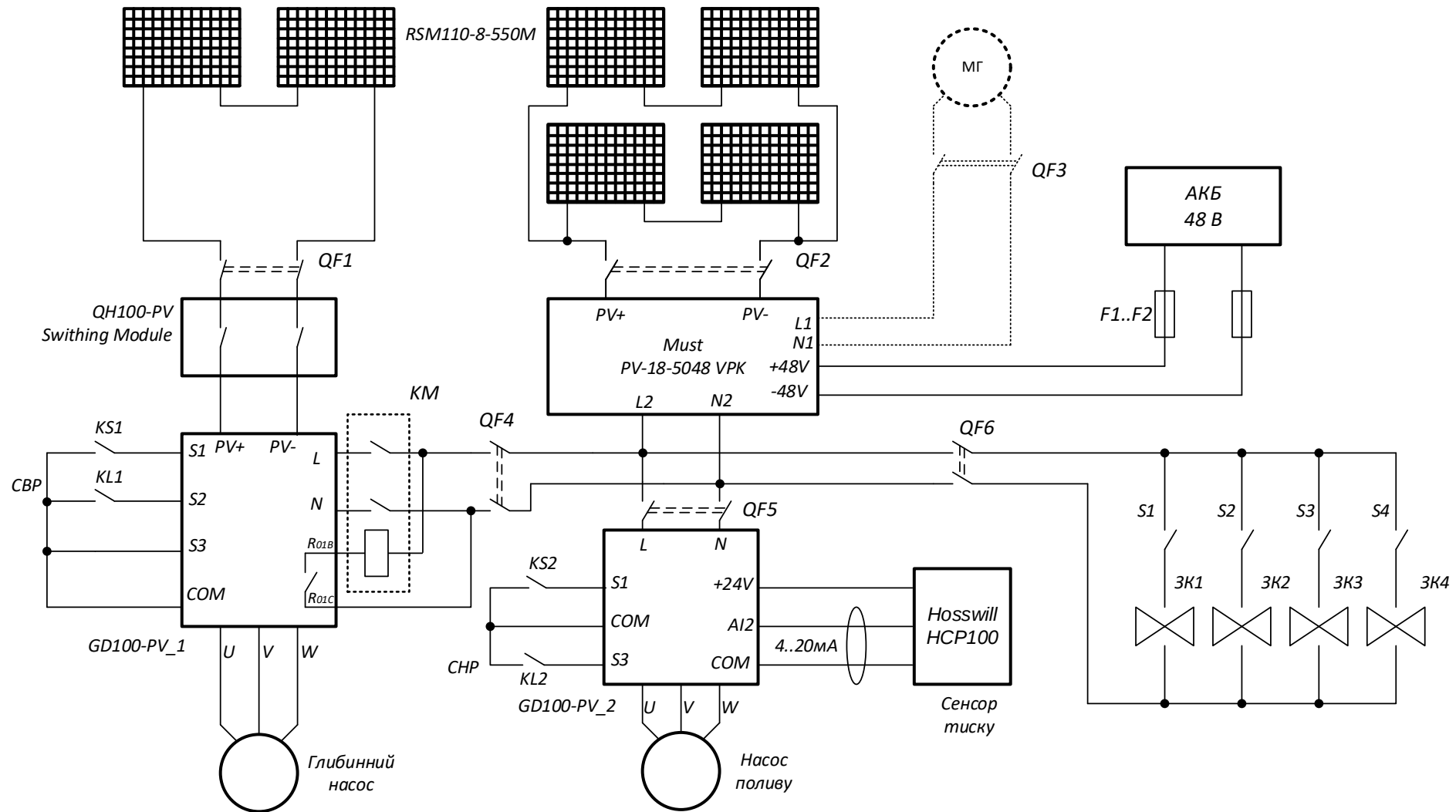


Рисунок 6.1 Схема електрична принципова автоматизованої системи водозабезпечення і поливу малинової ферми

Перетворювач частоти GD100-PV_1 в нормальному режимі, коли достатня генерація ФЕП, працює на пряму від них. Для можливості продовження роботи глибинного насоса схема передбачає резервне живлення від шини змінного струму через QF4.

Систем резервування живлення ПЧ GD100-PV_1 працює наступним чином. Якщо ФЕП генерує достатню кількість для обертання двигуна насоса електронний ключ QH100-PV замкнений й живлення відбувається від них. За нормальної роботи ПЧ контакт його внутрішнього реле розімкнений й контактор КМ вимкнено.

Коли генерація ФЕП знижується нижче критичного рівня розмикається контакт реле R01, що спричинює комутацію КМ і на ПЧ подається змінна напруга з гібридного інвертора, джерелом якої є АКБ. Таким чином викачка води зі свердловини продовжується навіть за несприятливих погодних умов.

Керування роботою ПЧ GD100-PV_1 відбувається за допомогою дискретних входів S1 - S3. Дискретний вхід S3 замкнений на СОМ завжди, що забезпечує пуск відразу після подачі напруги живлення. Дискретний вхід S2 необхідний для зупинки насоса у разі переповнення басейну, про що сигналізує контакт KL1 сенсора верхнього рівня СВР. Після наповнення басейну до СВР його поплавки спливає по штоку, що спричинює замикання контакту KL1 і насос зупиняється.

До дискретного входу S1 під'єднано контакт перемикача KS1, що вибирає режим роботи ПЧ. Якщо контакт KS1 розімкнений, то ПЧ працює на заданій вручну частоті, якщо для цього достатньо енергії з ФЕП. Замкнений контакт переводить в режим використання максимуму енергії з ФЕП за поточної генерації, за якого частота обертання насоса весь час буде змінною й залежатиме від погодних умов. На малиновій фермі для цього насоса передбачається робота в режимі замкненого ключа KS1.

ПЧ GD100-PV_2 включається в роботу нормально відкритим контактом KL2 сенсора нижнього рівня. Якщо рівень води вищий рівня забору води контакт замикає й насос включається в роботу. Регулювання вихідної частоти

відбувається зі зворотним зв'язком за тиском, для чого вихід сенсору тиску з'єднано з аналоговим входом ПЧ AI2. Система керування електроприводом працює у якості регулятора тиску, забезпечуючи тиск в системі поливу на сталому рівні при змінних значеннях розходу води.

Також на схемі рис. 6.1 приведено ключі S1..S4, що здійснюють керування електромагнітами запірних клапанів ЗК1..ЗК4, які відкривають вітки для поливу окремих частин малинової ферми. Керування передбачається оператором дистанційно у ручному режимі.

Висновки

Таким чином у розділі було розроблено принципову електричну схему системи автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми, яка здійснює керування двома насосами: глибинним, завданням якого є забезпечення водою басейну, та насосом поливу, що забезпечує стаке значення тиску у системі поливу малинової ферми. Джерелом енергії для функціонування такої системи є фотоелектричні панелі.

7. РОЗРОБКА ТА МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТИСКОМ СИСТЕМИ ПОЛИВУ

Регулювання тиску за допомогою перетворювача частоти (ПЧ) є ефективним методом управління насосом, що призначений для системи поливу малинової ферми.

Принцип його роботи полягає у наступному. Система оснащена сенсором тиску, який постійно вимірює поточний рівень тиску в трубопроводі поливної системи.

Дані з датчика тиску передаються на внутрішній контролер ПЧ, який порівнює поточний тиск з заданим (бажаним) значенням. Контролер передає сигнали силовому модулю перетворювача частоти, який змінює частоту і напругу живлення електродвигуна насоса.

Зміна частоти живлення двигуна призводить до зміни його швидкості обертання. Внаслідок цього змінюється продуктивність насоса, що впливає на рівень тиску.

Переваги регулювання тиску за допомогою ПЧ:

1. Регулювання швидкості обертання двигуна відповідно до потреби системи дозволяє значно знизити споживання електроенергії. Це може зекономити до 30-50% електроенергії порівняно з традиційними методами регулювання, такими як дроселювання або байпасування.
2. Плавний пуск і зупинка: ПЧ забезпечує плавний пуск і зупинку насоса, що зменшує механічні навантаження на обладнання і збільшує його довговічність, а системі електрозабезпечення легше подолати пускові струми.
3. Використання ПЧ дозволяє досягти високої точності підтримки заданого рівня тиску, що важливо для багатьох технологічних процесів.
4. Плавне регулювання швидкості обертання зменшує знос підшипників, ущільнень та інших компонентів насоса та системи поливу, що знижує витрати на обслуговування і ремонт.

5. Система з ПЧ може легко адаптуватися до змінних умов експлуатації, таких як коливання споживання.

Тому застосування перетворювачів частоти для регулювання тиску дозволяє досягти ефективного і економічного управління системою поливу малинової ферми, підвищуючи їх продуктивність і довговічність, а також знижуючи експлуатаційні витрати.

У таких системах перетворювач частоти виступає ПІД регулятором, що забезпечує точне й надійне регулювання тиску. Перетворювач частоти налаштовується за скалярним квадратичним законом регулювання:

$$\frac{U^2}{f} = const, \quad (7.1)$$

де U – напруга, f – частота на виході ПЧ

Система поливу малинової ферми, як об'єкта автоматизованого керування можна подати у вигляді структурної схеми рис. 7.1.

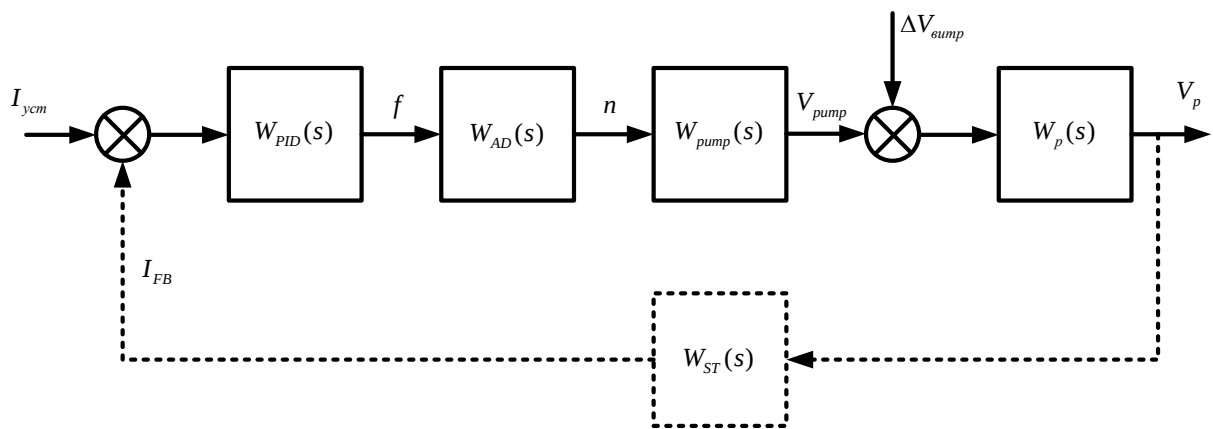


Рисунок 7.1 Структурна схема системи поливу малинової ферми

На схемі рис. 7.1 передатними функціями позначені наступні елементи:

- передатна функція перетворювача частоти, що виконує функції ПІД регулятора:

$$W_{PID}(s) = k_{pr} + \frac{k_{int}}{s} + k_d \cdot s, \quad (7.2)$$

де k_{pr}, k_{int}, k_d - коефіцієнти пропорційної, інтегральної та диференційної складових, підбираються при налаштуванні системи;

- передатна функція асинхронного двигуна, що у найпростішому вигляді може бути змодельована аперіодичною ланкою:

$$W_{AD}(s) = \frac{k_{AD}}{T_{AD} \cdot s + 1}, \quad (7.3)$$

де k_{AD}, T_{AD} - коефіцієнт передачі та стала часу ПЧ;

- передатна функція насосного агрегата, що теж у найпростішому вигляді може бути змодельована аперіодичною ланкою:

$$W_{pump}(s) = \frac{k_{pump}}{T_{pump} \cdot s + 1}, \quad (7.4)$$

де k_{pump}, T_{pump} - коефіцієнт передачі та стала часу насоса;

- передатна функція усіх резервуарів, труб та поливних стрічок на виході насоса, що теж у найпростішому вигляді може бути змодельована аперіодичною ланкою:

$$W_p(s) = \frac{k_p}{T_p \cdot s + 1}, \quad (7.5)$$

де k_p, T_p - коефіцієнт передачі та стала гідросистеми на виході насоса;

Штриховою лінією позначений зворотний зв'язок виконаний на основі сенсора тиску. Його можна описати за допомогою передатної функції:

$$W_{CT}(s) = \frac{k_{CT}}{T_{CT} \cdot s + 1}, \quad (7.6)$$

де k_{CT}, T_{CT} - коефіцієнт передачі та стала гідросистеми на виході насоса;

Структурна схема рисунку 7.1 дозволяє створити імітаційну модель за допомогою програмного застосунку MATLAB Simulink. При її побудові було прийнято такі параметри системи:

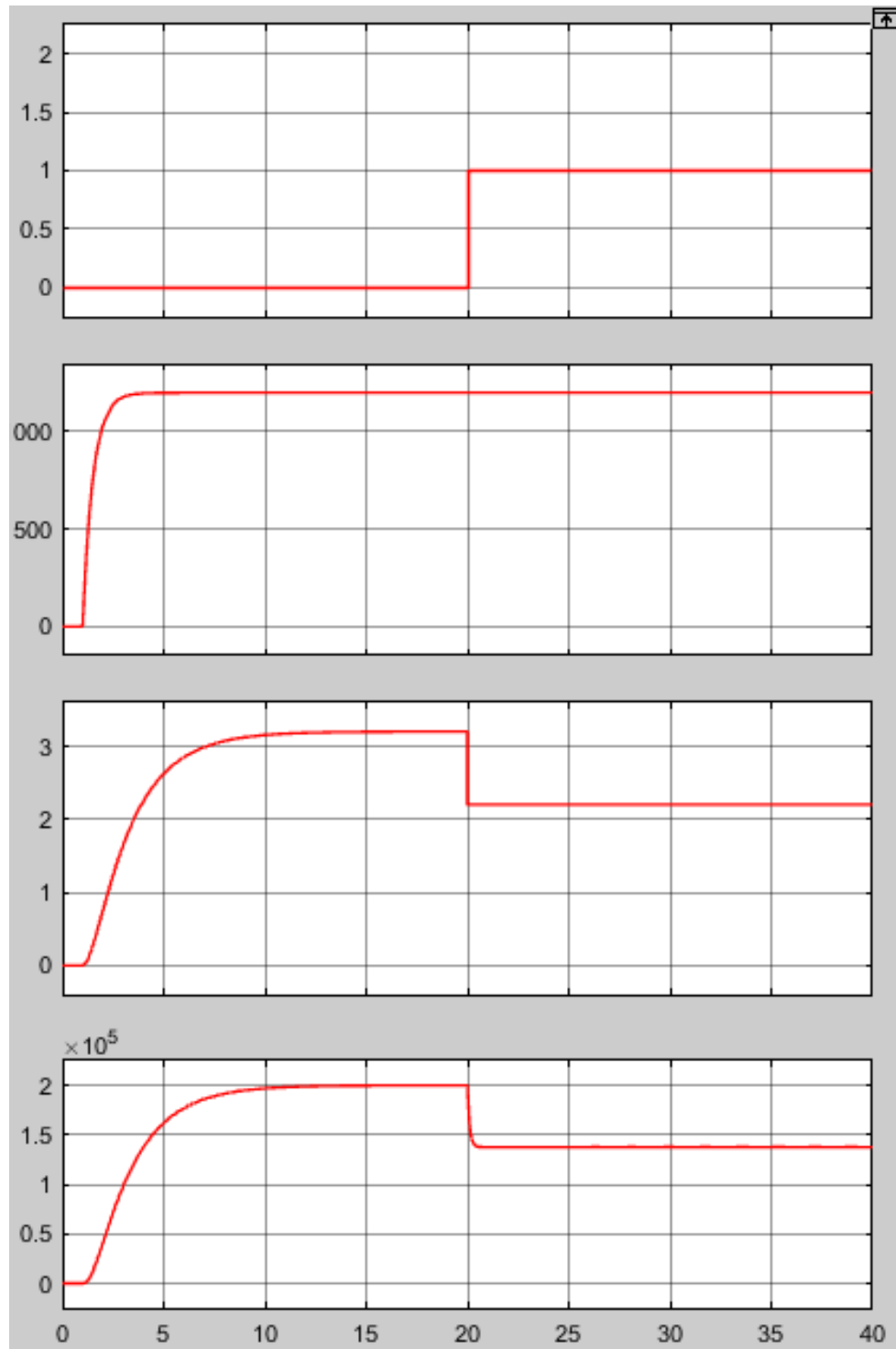


Рис. 7.3 Результати моделювання з розімкнутою системою керування

На рис. 7.4 подано результати моделювання такої системи з наступними значеннями коефіцієнтів ПД регулятора:

$$k_{pr} = 2, k_{int} = 0,5, k_d = 0$$

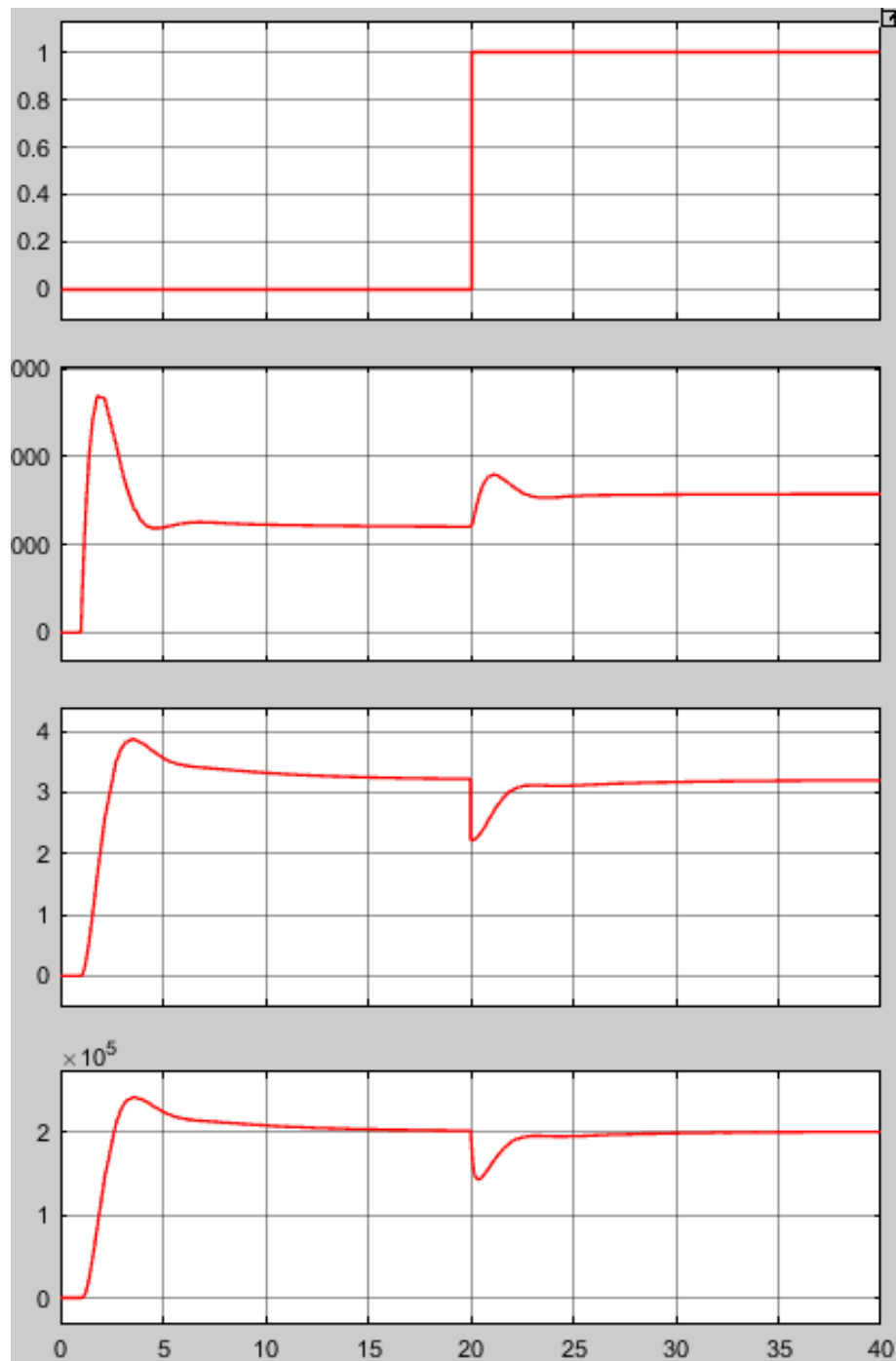


Рис. 7.4 Результати моделювання системи керування зі зворотним зв'язком за тиском

Аналізуючи отримані результати видно, що зі зростанням витрати води на 1 м^3 система керування дає сигнал на частоти обертання двигуна, що

призводить до збільшення його продуктивності. Тиск у системі на нетривалий період дещо знижується, а далі система відпрацьовує уставку й тиск повертається до свого нормального значення, що у випадку моделювання складає 0,2 МПа.

Висновки

Отже застосування автоматичної системи регулювання тиску дозволяє зберігати тиск в трубопроводах системи поливу малинової ферми на заданому рівні. Імітаційні моделі дозволяють моделювати режими роботи такої системи та перевіряти розраховані значення параметрів системи автоматичного керування.

Така система автоматичного керування виконана на основі перетворювача частоти, що має аналоговий вхід, що дає можливість реалізувати на його основі ПІД регулятор.

Застосування перетворювачів частоти для регулювання тиску дозволяє досягти ефективного і економічного управління системою поливу малинової ферми, підвищуючи їх продуктивність і довговічність, а також знижуючи експлуатаційні витрати.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

В розділі охорони праці бакалаврської роботи розглянуто заходи з безпечної експлуатації системи електропостачання для поливу малинової ферми. Отже, на оперативно-ремонтний персонал, що здійснює монтаж та експлуатацію системи електропостачання, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил);

фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

8.1 Технічні рішення з безпечної організації виконання робіт

8.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць під час робіт на комутаційних апаратах і комплектному розподільчому устаткуванні

Для живлення технологічного обладнання для поливу та системи освітлення малинової ферми використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ

12.1.013-78 умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у будівлі є струмопровідною.

В КРУ з обладнанням на візках, що викочуються, забороняється без зняття напруги з шин та їх заземлення проникати у відсіки комірок, не відокремлених суцільними металевими перегородками від шин або від безпосередньо з'єднаного з КРУ обладнання. Під час роботи у відсіку комірки КРУ візок з обладнанням необхідно викотити і шторку відсіку, в якому струмопровідні частини залишилися під напругою, замкнути на замок і вивісити плакат «Стій! Напруга». У відсіку вивісити плакат «Працювати тут!». В КРУ, оснащених заземлювальними ножами, на приєднаннях, схема яких виключає можливість подавання напруги з іншого боку, відсутність напруги перед вмиканням цих ножів допускається перевіряти прослідковуванням схеми в натурі.

Під час робіт зовні КРУ на підключеному до нього устаткуванні або на ПЛ чи КЛ, що відходять, візок з вимикачем необхідно викотити з комірки; верхню шторку або дверцята замкнути на замок і вивісити плакати «Не вмикати! Працюють люди» або «Не вмикати! Робота на лінії». В комірках КРУ під час робіт допускається:

- за наявності блокування між заземлювальними ножами і візком з вимикачем встановлювати візок в контрольне положення після вмикання цих ножів;
- за відсутності блокування між заземлювальними ножами і візком вимикача, а також заземлювальних ножів в комірках, встановлювати візок в проміжне між контрольним і викоченим положенням за умови замикання його на замок в цьому положенні. Візок може бути встановлений в проміжне положення незалежно від наявності заземлення на приєднанні.

Встановлювати в контрольне положення візок з вимикачем для його випробування і роботи в колах керування і захисту дозволяються в тих випадках, коли роботи зовні КРУ на ПЛ і КЛ, що відходять, або на

підключеному до них устаткуванні, враховуючи механізми, з'єднані з електродвигунами, не проводять або на цьому приєднанні встановлене заземлення в комірці КРУ.

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (наказ від 25.07.2006 № 258 Мінпаливенерго України), Правил улаштування електроустановок (наказ від 28.08.2006 № 305 Мінпаливенерго України), НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32. Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися відповідно до вимог нормативних документів. Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу не менше ніж, м: 2,5 – над робочими місцями; 3,5 – над проходами; 6,0 – над проїздами.

Світильники загального освітлення напругою 127 В і 220 В необхідно встановлювати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. За висоти підвішування менше ніж 2,5 м необхідно згідно з ПУЕ (наказ Мінпаливенерго України від 28.08.06 № 305) використовувати напругу не вище ніж 25 В. Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей. Застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори, дроселі та реостати забороняється. Корпуси знижувальних трансформаторів і їх вторинні обмотки слід заземлити. Переносні світильники мають бути тільки промислового виготовлення. Інші світильники застосовувати в якості переносних забороняється.

Вимикачі, автомати та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі або у вологих цехах, повинні бути у пожежо- вибухозахищеному виконанні. Усі електропускові пристрої слід розміщувати так, щоб унеможлиблювався пуск машин, механізмів і устаткування сторонніми особами. Забороняється вмикання декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільні щити і рубильники необхідно закривати на замок.

Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати відповідно до Правил улаштування електроустановок одразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Струмопровідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них. Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою автоматичних вимикачів відповідно до НПАОП 40.1-1.32.

8.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При

його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

8.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

8.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюють оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість і

швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Таблиця 4.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт, Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	до 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони та зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.
2. Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше їм.
3. Для забезпечення нормованих значень руху повітря проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

8.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил при свердлінні отворів і різанні металевих виробів їх ГДК наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 8.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони в кабіні проектувальника установки

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
Пил нетоксичний	Максимально разова	Середньо добова	4
	0,5	0,15	

Для забезпечення параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони відповідно до проектом передбачено-періодичне провітрювання приміщень та використання засобів індивідуального захисту.

8.2.3 Виробниче освітлення

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормуємо освітлення у виробничих приміщеннях. Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «Г».

Нормовані значення освітленості наведені в таблиці 8. 3.

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп [E27 LED 15W NW A60 "SG"](#). Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

Таблиця 8.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

4.2.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Основним джерелом шуму є механічний інструмент: дрелі, перфоратори, зварювальний апарат. Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях в виробничих приміщеннях і на території підприємств представлені в таблиці 4.4.

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Таблиця 8.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму потрібно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.
- організувати перерви в роботі (15 хвилин), після кожної години роботи з пристроями що є джерелом шуму;

4.2.5 Виробничі вібрації

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються насосні агрегати, вентилятори, дрілі, болгарки, перфоратори, які відносяться до типу загальної вібрації.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 8.5.

Таблиця 8.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$	ДБ	$\text{м} \cdot \text{с}^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
За	Z_o, Y_o, X_o	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
- зміна конструктивних елементів машин;
- застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

4.3 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують ССБТ «Пожежна безпека. Загальні вимоги». Типові правила пожежної безпеки для промислових підприємств і інструкції на окремих об'єктах.

Приміщення підприємства за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини

і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В з зонами П-ІІІ (місця, де зберігаються тверді горючі речовини).

Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів – сукупність властивостей, що характеризують їхню здатність до виникнення і поширення горіння. Наслідком горіння, залежно від його швидкості та умов протікання, можуть бути пожежа або вибух. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначають показниками, вибір яких залежить від агрегатного стану речовини (матеріалу), та умов їхнього застосування.

Будівля, в якій розташовані ці приміщення, характеризується ІІ ступенем вогнестійкості. До ІІ ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 8.6 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площад-ки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між по-верхові (у т.ч. горищні та над підва-лами	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходи-вих кліток	само-несучі	зов-ніш-ні не-несу-чі	внут-рішні не-несучі (пере-город-ки				пли-ти, насти-ли, прого-ни	балки, ферми, арки, рами
ІІ	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 8.7.

Таблиця 8.7 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи проти-пожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбур-шлюзу, не нижче
Стіни	2	REI 60	2	1
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	2	REI 60	2	1

Найбільшу відстань до евакуаційного виходу визначаємо за об'ємом приміщення та ступені вогнестійкості будівлі.

В виробничому приміщенні, відстань при щільності людського потоку в загальному проході, чол/м² наступна: до 1 – 100 м².

Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків і споруд слід приймати за таблицею 8.8 (знаменник).

Таблиця 8.8 Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, сільськогосподарських будівель і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
I, II	6/9	8/9	10/12

На території підприємства встановлено 6 вогнегасників ВП-5.

ВИСНОВКИ

1. У ході аналізу об'єкту було встановлено, що малинова ферма має значну потребу у водозабезпеченні, що підтверджує актуальність розробки автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми, а також забезпечення надійного джерела енергопостачання.
2. Техніко-економічне обґрунтування показало, що для функціонування таких віддалених підприємств, як малинова ферма найоптимальнішим є система, де джерелом енергії є міні фотоелектрична станція із застосуванням гібридного інвертора та акумуляторних батарей.
3. Здійснено розробку структурних та принципових електричних схем системи автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми
4. Здійснено вибір основного обладнання силових кіл, що включають фотоелектричні панелі RSM110-8-550M TITAN, гібридний інвертор PV-18-5048 VPK, акумуляторні батареї LP LiFePO₄ 12,8V - 100 Ah (1280Wh) та перетворювачі частоти GD100-PV.
5. Кола керування виконано за допомогою сенсорів рівня ПДУ 1.1, сенсора тиску Hosswill HCP100, витратоміра K24, запірної арматури Jakša D262N.
6. Здійснено імітаційне моделювання роботи системи автоматичного регулювання тиском системи поливу малинової ферми.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вакал А. П., Литвиненко Ю. І. Садівництво [Електронний ресурс] : навчальний посібник / А. П. Вакал, Ю. І. Литвиненко ; Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2023. – 102 с.
2. Грабко, В. В. Електропривод підприємств агропромислового комплексу [Текст] : навчальний посібник / В. В. Грабко, С. М. Левицький ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 198 с.
3. Автоматизований електропривод типових виробничих механізмів. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт для спеціальностей 7.092203; 7.090603 заочної форми навчання. /укладач Видмиш А.А./ Вінниця: ВДТУ, 2001.
4. Вартість фотоелектричних панелей. Режим доступу: <https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-panels/rsm110-8-550m>
5. Вартість акумуляторних батарей. Режим доступу: <https://logicpower.ua/ua/akkumulyatornye-batarei-lifepo4/akkumulyator-lp-lifepo4-12-8v-100-ah-1280wh-bms-80a-40a-plastik>
6. Вартість гібридного інвертора. Режим доступу: Вартість акумуляторних батарей. Режим доступу: <https://logicpower.ua/ua/akkumulyatornye-batarei-lifepo4/akkumulyator-lp-lifepo4-12-8v-100-ah-1280wh-bms-80a-40a-plastik>
7. Левицький С. М. Елементи систем автоматизації та електроприводу : навчальний посібник / С. М. Левицький, М. П. Розводюк. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 143 с.
8. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи / За редакцією М.Г.Поповича та О.Ю.Лозинського / Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом „Електромеханіка”. –К.: Либідь, 2005. -680 с.

9. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. – К.: Либідь, 1997. – 544 с.
10. Чорний О. П., Луговой А. В., Д. Й. Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В. Моделювання електромеханічних систем. – Кременчук, 2001. – 376 с.
11. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.
12. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.
13. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48644.
14. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
15. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
16. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
17. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
18. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.
19. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.

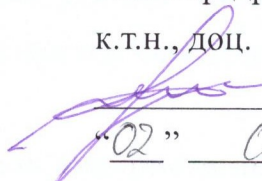
Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КЕМСК

к.т.н., доц.

 Микола МОШНОРИЗ
«02» 04 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

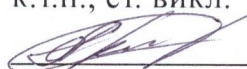
на бакалаврську дипломну роботу

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПОЛИВУ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ

08-24.БДР.022.00.000 ТЗ

Керівник роботи

к.т.н., ст. викл.

 Андрій КОВАЛЬ
«02» 04 2024 р.

Виконав. ст. гр. ЕМ-22мс

 Андрій ДЗЮБА
«02» 04 2024 р.

Вінниця ВНТУ 2024

1 Загальні відомості

Повне найменування розробки – «Автоматизована система водозабезпечення та поливу малинової ферми».

Скорочене найменування розробки – «Автоматизована система водозабезпечення та поливу малинової ферми».

2 Підстави для розробки

Індивідуальне завдання та наказ ректора Вінницького національного технічного університету про затвердження тем бакалаврських дипломних робіт.

3 Призначення розробки і галузь використання

Розробка призначена для автоматизованого водозабезпечення та малинової ферми, що є актуальною галуззю агро-промислового комплексу поширеного у Вінницькій області

4 Вимоги до розробки

Основними вимогами для системи водозабезпечення та поливу малинової ферми є використання автономного енергозабезпечення в умовах віддаленості традиційних джерел енергії, забезпечення надійного та ефективного виконання технологічних процесів вирощування малини.

5 Комплектація розробки

Автоматизована система водозабезпечення та поливу малинової ферми складається із силового кола, що включає 6 фотоелектричних панелей, гібридного інвертора, акумуляторної батареї резервного живлення два насосних агрегати з перетворювачами частоти, та кола керування, які охоплюють кола керування перетворювачів частоти, два сенсори рівня, сенсор тиску, витратомір та запірну апаратуру.

6 Технічні характеристики

Таблиця 1 – Технічні характеристики

Назва	Позн.	Од. виміру	Значення
Розрахункове тижневе споживання води на кущ	V_0	л	30
Тривалість поливу (травень-вересень)		тижн.	21
Розрахункова відстань між двома сусідніми кущами		м	0,5
Довжина рядів		м	125
Кількість кущів у ряду	N_0	шт	250
Кількість рядів	N_p	шт	130

7 Джерела розробки

1. Вакал А. П., Литвиненко Ю. І. Садівництво [Електронний ресурс] : навчальний посібник / А. П. Вакал, Ю. І. Литвиненко ; Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2023. – 102 с.
2. Левицький С. М. Елементи систем автоматизації та електроприводу : навчальний посібник / С. М. Левицький, М. П. Розводюк. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 143 с.
3. Автоматизований електропривод типових виробничих механізмів. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт для спеціальностей 7.092203; 7.090603 заочної форми навчання. /укладач Видмиш А.А./ Вінниця: ВДТУ, 2001.
4. Грабко, В. В. Електропривод підприємств агропромислового комплексу [Текст] : навчальний посібник / В. В. Грабко, С. М. Левицький ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 198 с.

8 Етапи виконання

Основна частина	
Графічна частина	

9 Конструктивне виконання

Електропривод виготовляється окремими блоками, котрі реалізуються у відповідності до вимог електробезпеки у пило-вологозахищеному виконанні.

10 Показники технологічності

Складові автоматизованої системи водозабезпечення та поливу малинової ферми (фотоелектричні панелі, гібридний інвертор, акумуляторні батареї, перетворювачі частоти, дискретні та аналогові сенсори) виконуються на сучасній елементній базі, а його монтаж, заземлення, струмопровід повинні відповідати правилам улаштування електроустановок.

11 Технічне обслуговування і ремонт

Технічне обслуговування здійснюється слюсарями-електромонтажниками відповідної кваліфікації. Технічний огляд пристрою здійснюється мінімум один раз на місяць. Ремонт здійснюється інженерами-електромеханіками фахівцями з електромеханічних систем автоматизації та електропривода.

12 Живлення автоматизованої системи

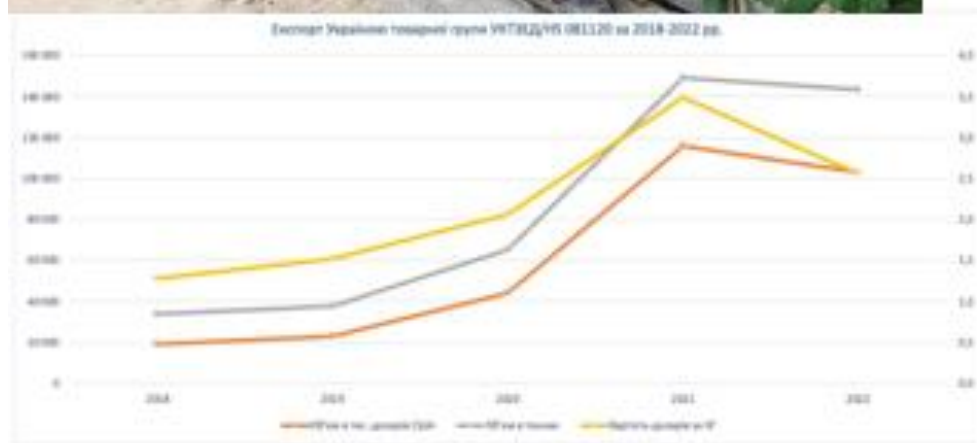
Живлення автоматизованої системи водозабезпечення та поливу малинової ферми передбачається від гібридної фотоелектричної станції з можливістю резервування живлення від акумуляторних батарей.

13 Порядок контролю та прийняття

Виконання етапів графічної та розрахункової документації бакалаврської дипломної роботи контролюється керівником згідно з графіком виконання роботи. Прийняття роботи здійснюється комісією затвердженою зав. кафедрою згідно з графіком захисту.

Додаток Б
Графічна частина
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА
ПОЛИВУ МАЛИНОВОЇ ФЕРМИ

Актуальність теми



Ключові особливості сектора садівництва:

1. Різноманітність культур
2. Високий попит на продукцію
3. Виробництво товару з високою доданою вартістю
4. Експортний потенціал та потенціал закордонних ринків збуту.
5. Технологічні інновації
6. Органічне вирощування
7. Потреба у поливі



Мета та задачі дослідження, об'єкт та предмет дослідження

Метою дослідження є забезпечення надійного та ефективного системи водозабезпечення та поливу малинової ферми шляхом розробки методів та засобів автоматизованого керування її технологічними процесами.

У відповідності із поставленою метою необхідно вирішити наступні завдання:

1. Аналіз вимог і умов системи водозабезпечення та поливу малинової ферми, оцінити наявні ресурси та умови експлуатації (джерела води, якість води, кліматичні умови тощо).
2. Розробка архітектури автоматизованої системи керування водозабезпеченням та поливом, визначення необхідних компонентів системи (сенсори, перетворювачі частоти, контролери тощо).
3. Здійснити техніко-економічне обґрунтування вибору джерела електропостачання малинової ферми в умовах реальног підприємства з врахуванням його особливостей.
4. Вибір основних елементів системи автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми, що включають вибір обладнання силових кіл та кіл керування.
5. Розробка схем та алгоритмів системи автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми.
6. Здійснення математичного моделювання запропонованих схем та алгоритмів.

Об'єкт дослідження є електромагнітні та електромеханічні процеси, що протікають у системі автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми.

Предметом дослідження є розробка автоматизованої системи водозабезпечення та поливу рослин малинової ферми

Основні технічні характеристики малинової ферми



Таблиця 2.1 Основні параметри водозабезпечення малинової ферми

Назва	Позн.	Од. виміру	Значення
Розрахункове тіжнєве споживання води на куш	V_{θ}	л	30
Тривалість поливу (травень-вересень)		тижн.	21
Розрахункова відстань між двома сусідніми кушами		м	0,5
Довжина рядів		м	125
Кількість кушів у ряду	N_{θ}	шт	250
Кількість рядів	N_p	шт	130

Розрахунок споживання води малиною фермою

А приведені добове споживання:

$$V'_{\Sigma \text{доб}} = V_{\Sigma \text{макс}} / 7 \approx 140 \text{ м}^3, \quad (2.3)$$

Вибір об'єму резервуару здійснюється з міркувань створення десятиденного запасу:

$$V_{\text{бас}} \geq 10 \cdot V'_{\Sigma \text{доб}} = 1400 \text{ м}^3, \quad (2.4)$$

Приймаємо об'єм води в резервуарі $V_{\text{бас}} = 1500 \text{ м}^3$.

Річна потреба малинової ферми у воді складає:

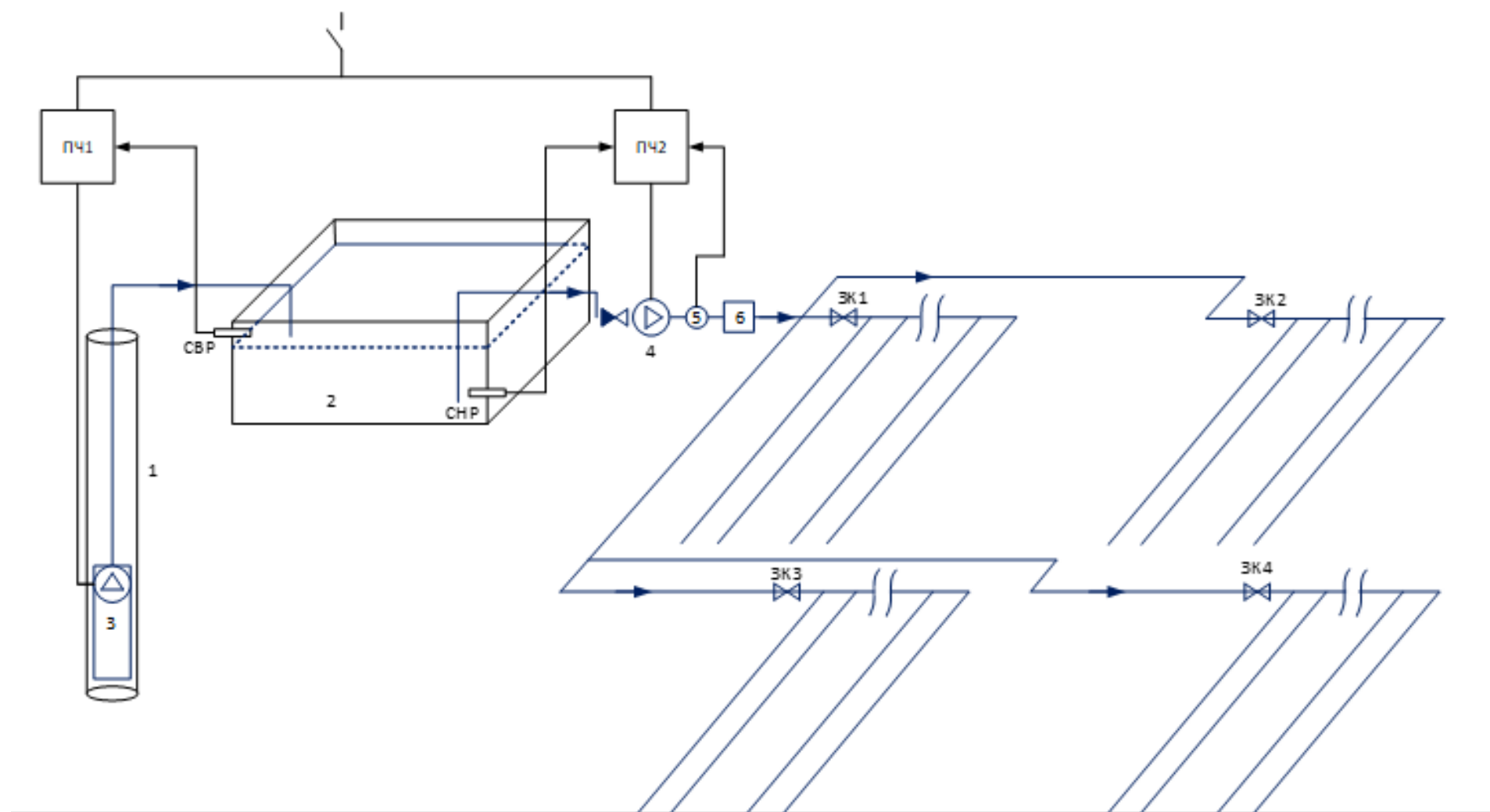
$$V_{\text{сез}} = 21 \cdot V_{\Sigma \text{макс}} = 20047 \text{ м}^3$$

$$\text{або } 20047 \text{ м}^3 / 4 \text{ га} = 5119 \text{ м}^3 / \text{га}$$

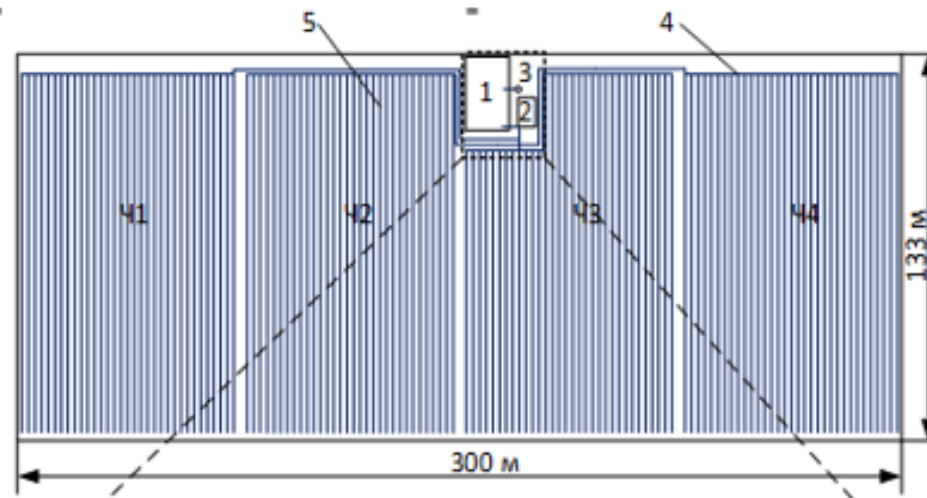
Таблиця 2.2 Основні параметри свердловини

Назва	Пози.	Од. виміру	Значення
глибина залягання	h	м	77
фактична продуктивність свердловини:	Vh	м³/год	3..4
максимальна кількість видобутої води за сезон	$V_{\text{сез}}$	м³	16128

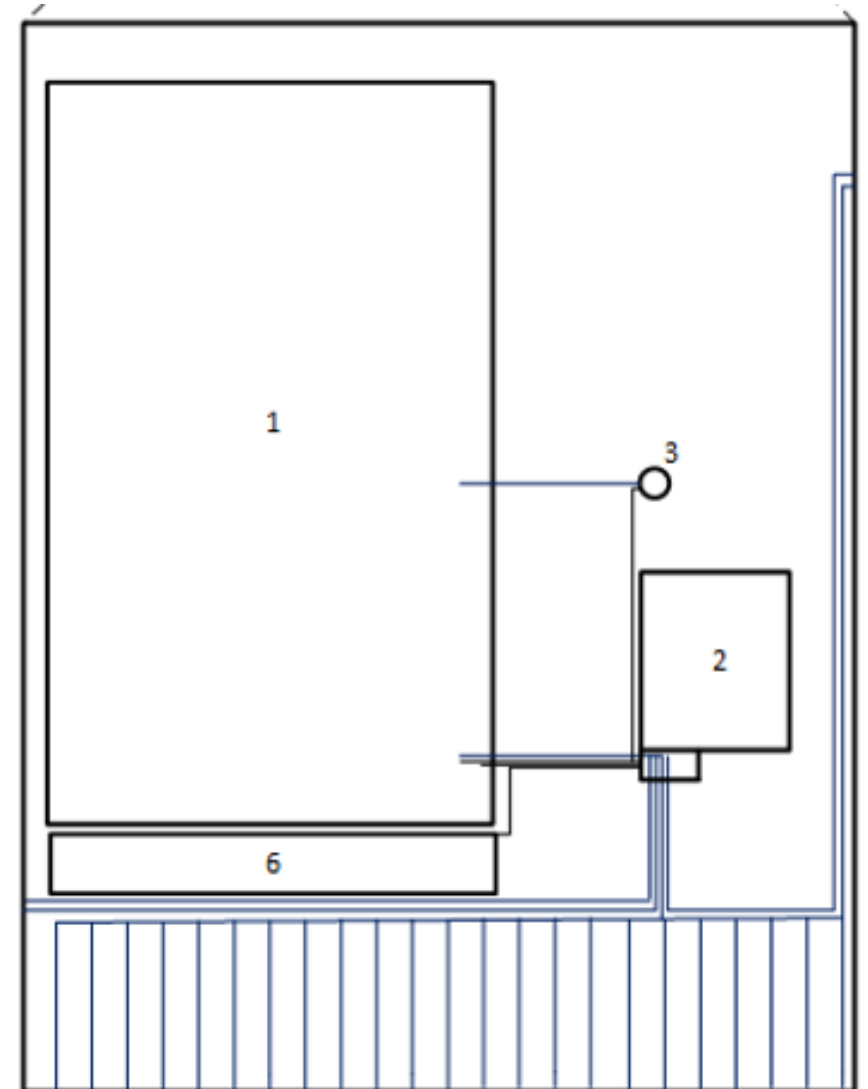
Структурна схема системи водозабезпечення та поливу малинової ферми



План розташування об'єктів на малиновій фермі



- 1 – Басейн, що має розміри 15 x 25 м глибиною 4 м.
- 2 - Господарську будівлю
- 3 – Свердловина
- 4 – Розташування фотоелектричних пенелей
- 5 – Розташування крапельних стрічок на ділянках
- 6 – Фотоелектричні панелі



Вибір насосного обладнання

Таблиця 3.1 Номінальні параметри глибинного насоса Pedrollo 4SR4m/12F

Назва	Позн.	Од. виміру	Значення
Виробник	-	-	Pedrollo (Італія)
Потужність насоса	$P_{ном}$	кВт	1,1
Напруга живлення	$U_{ном}$	В	380 (3ф)
Діапазон глибин	h	м	30...100м
Продуктивність з глибини 80 м	V_o	м ³	3
Матеріал корпусу	-	-	Нержавіюча сталь
Коефіцієнт корисної дії з V_o	η		0,64



Таблиця 3.2 Номінальні параметри глибинного насоса Sprut MRS-H5

Назва	Позн.	Од. виміру	Значення
Виробник	-	-	Sprut (Китай)
Спосіб установки	-	-	поверхневий
Потужність насоса	$P_{ном}$	кВт	1,5
Напруга живлення	$U_{ном}$	В	380 (3ф)
Максимальний споживаний струм	$I_{ном}$	А	2,8
Максимальний напір	h	м	58м
Продуктивність	V_o	м ³	8,4
Матеріал корпусу	-	-	Нержавіюча сталь



Техніко-економічне обґрунтування вибору системи енергозабезпечення

Таблиця 4.1 Порівняльна таблиця економічних показників

Показник	Системи електропостачання		
	Система з ФЕП	Мережеве електропостачання	Бензиновий генератор
Номінальна потужність, кВт	5	5	5
Капітальні затрати K , грн.	106200	318000	15000
Річні капітальні затрати $K_{річні}$, грн.	18050	6360	2550
Відрахування на технічне обслуговування і ремонт C_0 , грн./рік	2024	15900	3000
Амортизаційні відрахування C_A , грн./рік	53100	37870	3000
Обсяг споживаної електроенергії, кВт год/рік	4234	4234	4234
Ціна електроенергії, грн/кВт год	0	8	22,5
Загальні відрахування C , грн./рік	7334	56130	101300

Вибір елементів системи енергозпбезпечення

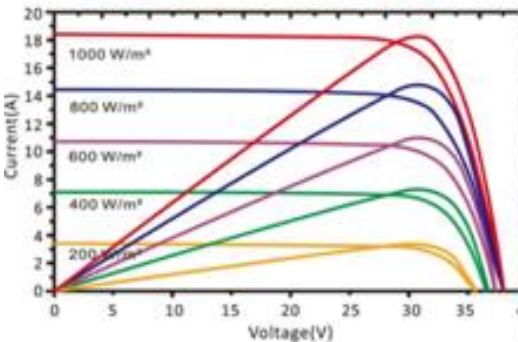
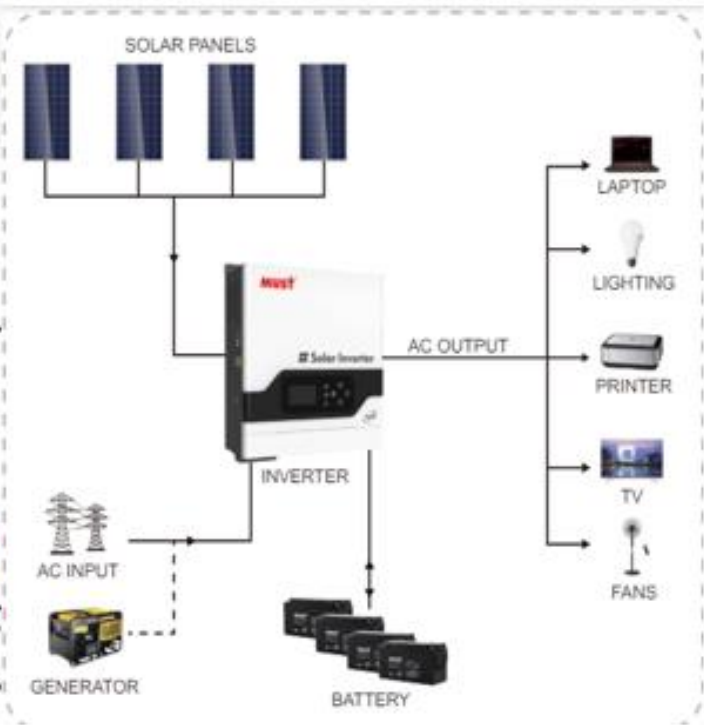


Рисунок 5.2 Характеристики ФЕП при різних опроміненнях



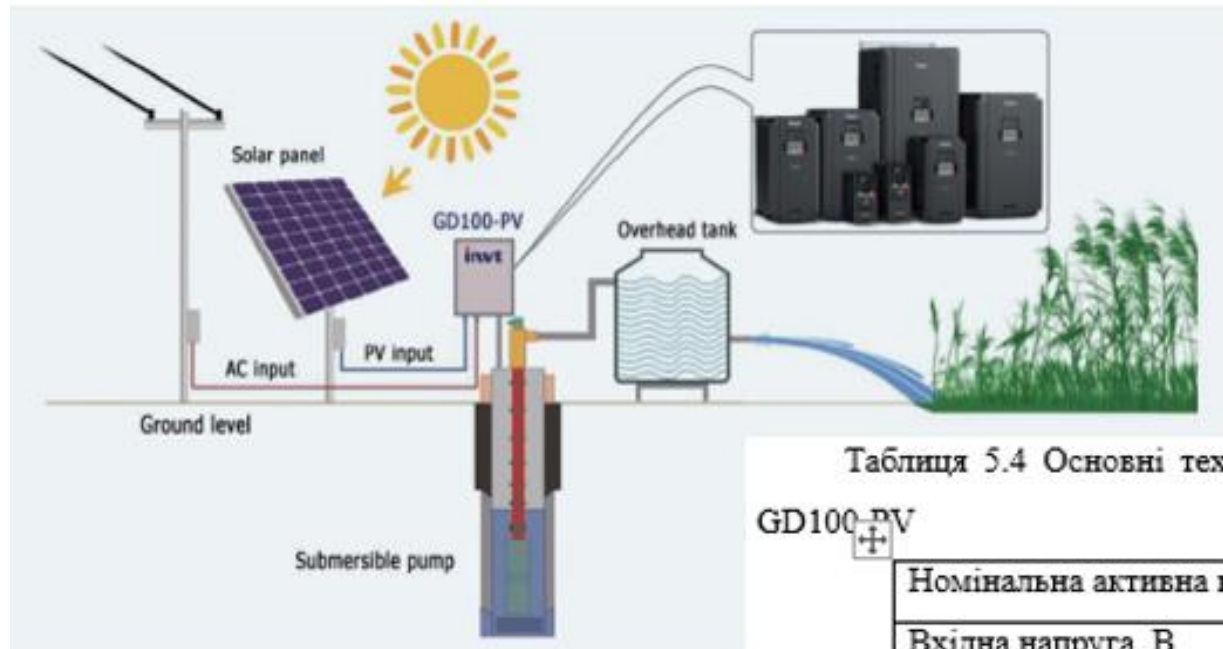
Таблиця 5.2 Основні технічні характеристики інвертора

Номинальна напруга акумуляторної батареї, В		48
Вихідний інвертор	Номинальна активна потужність, Вт	5000
	Максимальна потужність, Вт	6000
	Вихідна напруга, В	230
	Енергоефективність, %	93
Кола заряду	Максимальна постійна напруга входу ФЕП, В	105
	Максимальний струм заряду від ФЕП, А	60
	Максимальний струм заряду від мережі, А	60
	Загальний струм заряду батарей, А	120

Таблиця 5.3 Основні технічні характеристики АКБ LP LiFePO4 12,8V - 100 Ah (1280Wh)

Тип	LiFePO4
Номинальна ємність, Ah	100
Ємність, Wh	1280
Номинальна напруга, V	12,8
Номинальний струм заряду, А	40
Номинальний струм розряду, А	50
Розміри, ДШВ, мм	260*170*230
Кількість циклів заряду перезаряду	7000

Вибір перетворювальних пристроїв для живлення насосів



Таблиця 5.4 Основні технічні характеристики перетворювача частоти GD100-PV

Номінальна активна потужність, Вт	1500
Вхідна напруга, В	220, 1ф
Вихідна напруга, В	220, 3ф
Максимальний постійний вхідний струм	12
Максимальний вхідний змінний струм, А	15,7
Максимальний вихідний струм, А	7,5

Вибір елементів автоматизації системи водозабезпечення та поливу



Рисунок 5.7 Зовнішній вигляд сенсора рівня ПДУ 1.1



Рисунок 5.10 Зовнішній вигляд
електромагнітного клапана Jaksa D240



Рисунок 5.8 Зовнішній вигляд сенсора тиску Hosswill HCP100

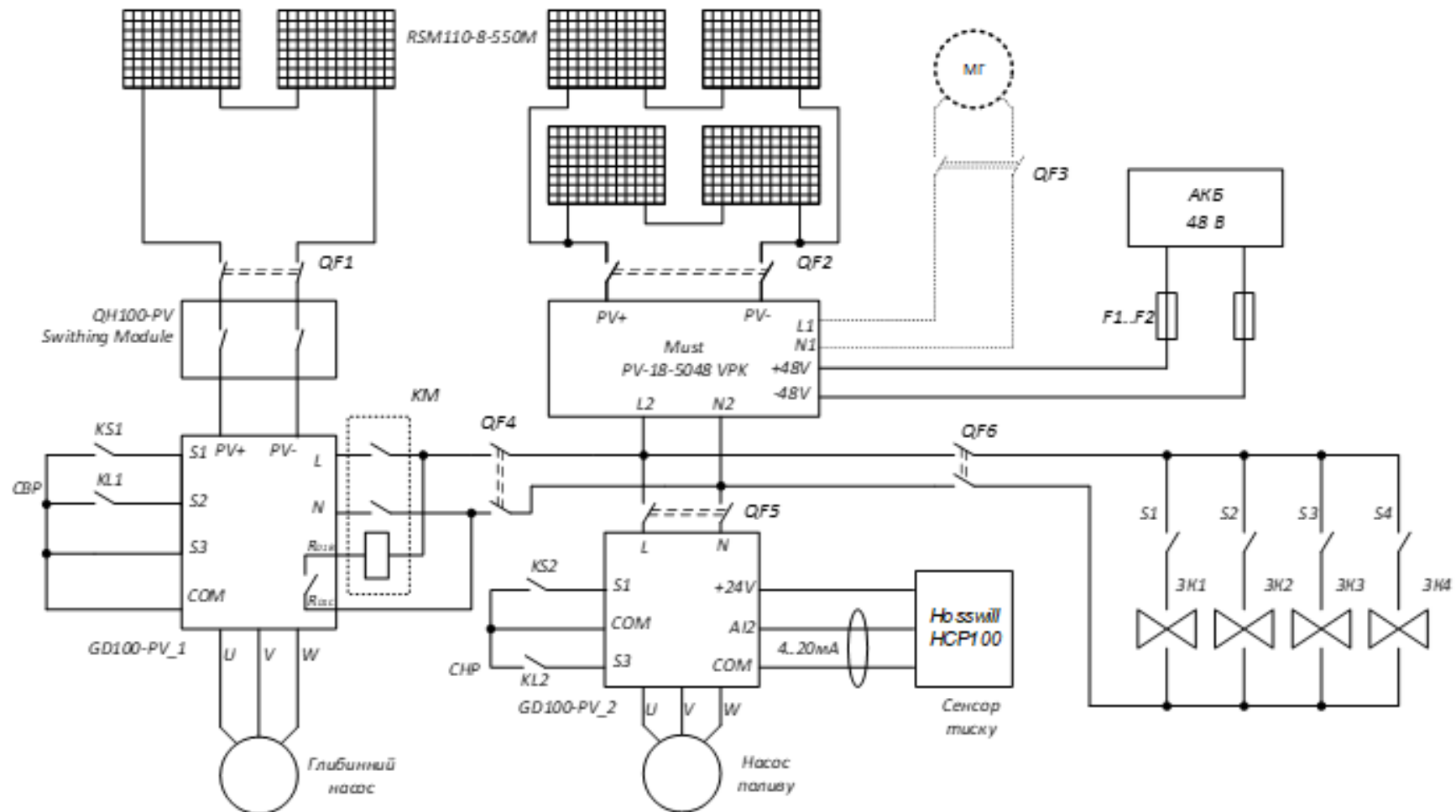


Рисунок 5.9 Зовнішній вигляд витратоміра K24

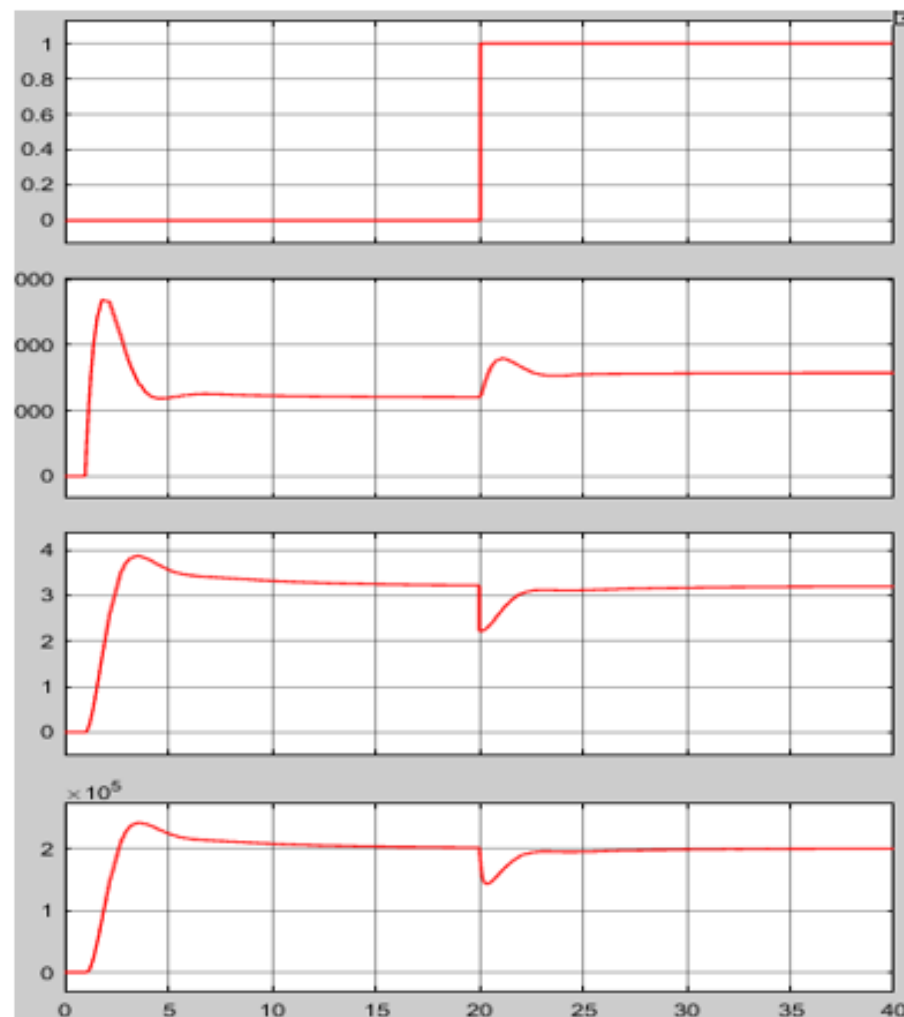
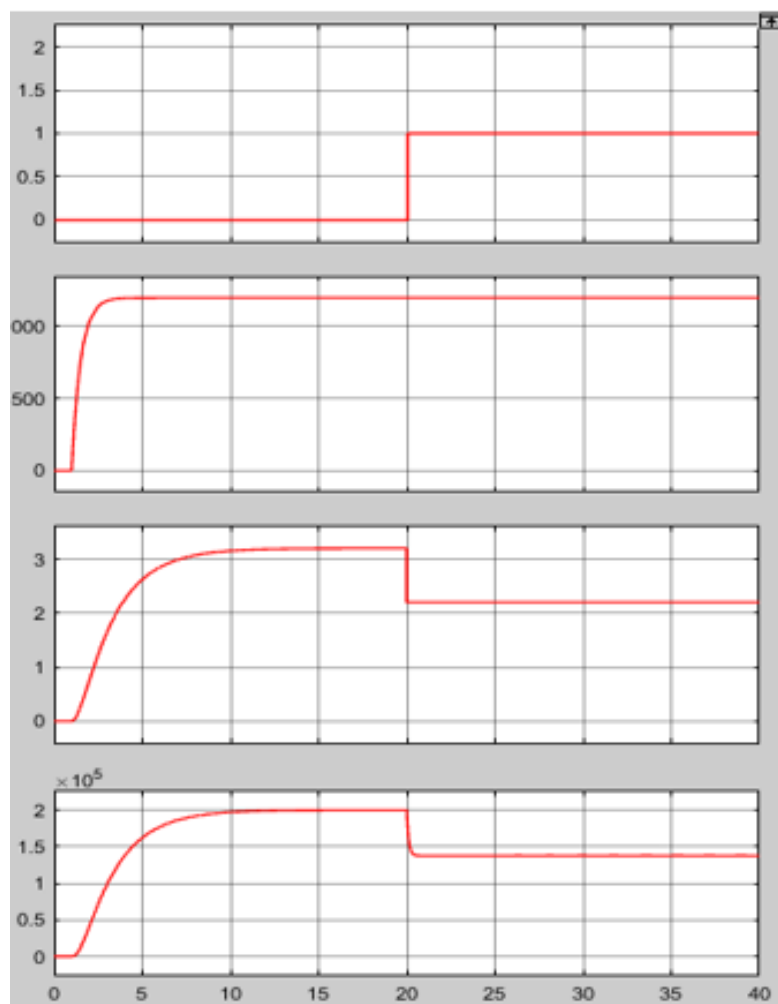
Таблиця 5.5 Основні параметри сенсора тиску Hosswill HCP100

Матеріал:	неіржавіюча сталь 304
Вихідний сигнал:	струм 4-20mA
Напруга живлення:	15-30VDC
Межі вимірювання:	0~1MPa (0~10 бар)
Точність:	0.3%

Схема електрична принципова автоматизованої системи водозабезпечення і поливу малинової ферми.



Результати моделювання системи керування тиском



ВИСНОВКИ

1. У ході аналізу об'єкту було встановлено, що малинова ферма має значну потребу у водозабезпеченні, що підтверджує актуальність розробки автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми, а також забезпечення надійного джерела енергопостачання.
2. Техніко-економічне обґрунтування показало, що для функціонування таких віддалених підприємств, як малинова ферма найоптимальнішим є система, де джерелом енергії є міні фотоелектрична станція із застосуванням гібридного інвертора та акумуляторних батарей.
3. Здійснено розробку структурних та принципових електричних схем системи автоматизованого водозабезпечення та поливу малинової ферми
4. Здійснено вибір основного обладнання силових кіл, що включають фотоелектричні панелі RSM110-8-550M TITAN, гібридний інвертор PV-18-5048 VPK, акумуляторні батареї LP LiFePO4 12,8V - 100 Ah (1280Wh) та перетворювачі частоти GD100-PV.
5. Кола керування виконано за допомогою сенсорів рівня ПДУ 1.1, сенсора тиску Hosswill HCP100, витратоміра K24, запірної арматури Jakša D262N.
6. Здійснено імітаційне моделювання роботи системи автоматичного регулювання тиском системи поливу малинової ферми.

**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: «Автоматизована система водозабезпечення та поливу
малинової ферми»

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота

Підрозділ: кафедра КЕМСК, ФЕЕЕМ, гр. ЕМ-22мс

Науковий керівник: к.т.н., доц. Коваль А. М.
(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність	98,2%
Схожість	1,8%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

☐ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

☐ Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

☐ Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

(підпис)

Паянок О.А.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи

(підпис)

Дзюба А.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Коваль А. М.

(прізвище, ініціали)

Масштаб

Аркушів

ЕМ-22мс

Назва
малини
Тип р
Підро
Наука

Е
А
☐
пла
☐
кіль
її ав
☐
пла
на с

сис

					08-24.БДР.022.00.000				
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Автоматизована система водозабезпечення та поливу малинової ферми		Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Дябола А. В.		28.05					
Перевірів:		Коваль А. М.		28.05					
Т. контр.									
Рег. ІФНТ					Лесю		10.06		
Норм.кон.					Махно		28.05		
Загверд.					Мошпоріз М.М.		28.05		
							ВНТУ, гр. ЕМ-22МС		