

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня освіти

на тему: **“Автоматизована система забезпечення
мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту”**

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

Виконав: студент VI курсу групи Ен-62
Спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка”
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ Харабовський Владислав Юрійович _____ (Прізвище та
ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Кригуль Роман Євгенович
(Прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

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

КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) рівень

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри _____

доцент, к.т.н., С.В. Сиротюк

“_28_” __квітня__2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Харабовському Владиславу Юрійовичу

1. Тема роботи: **“ Автоматизована система забезпечення мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту ”.**

Керівник роботи Кригуль Роман Євгенович, к.т.н, доцент каф. енергетики
затверджені наказом по університету від 28 квітня 2023 року № 133 / к-с.

2. Термін подання студентом роботи 9.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: дані виробничої діяльності та енергозабезпечення об'єктів сільськогосподарського кооперативу що знаходиться у смт. Сенкевичівка, Луцького району, Волинської області, у 2022-2023 роках. Матеріали літературного, патентного пошуку огляду, та аналізу існуючих Автоматизованих систем забезпечення мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту, довідкова та спеціальна література, аналіз останніх досягнень науки і техніки, передових методів роботи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)_

Вступ

1. Характеристика підприємства

2. Оцінка наявних вентиляційних систем для підтримки оптимальної температури в теплицях

3. Автоматизована система забезпечення мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Розрахунок прибутку від монтажу системи вентиляції у теплиці

Висновки

Перелік джерел посилання

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Графічний матеріал подається у вигляді презентації.

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	<i>Городецький І.М., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва</i>	28.04.23 р.	28.04.23 р.

7. Дата видачі завдання

28 квітня 2023 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Написання загального розділу: Характеристика підприємства</i>	<i>28.04.23-31.05.23</i>	
2	<i>Виконання другого розділу оцінка наявних вентиляційних систем для підтримки оптимальної температури в теплицях</i>	<i>31.05.23-29.06.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу Автоматизована система забезпечення мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту</i>	<i>01.09.23-02.10.23</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»</i>	<i>28.04.23-31.05.23</i>	
5.	<i>Розрахунок прибутку від монтажу системи вентиляції у теплиці</i>	<i>02.10.23-01.11.23</i>	
6.	<i>Завершення розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу презентації</i>	<i>01.11.23-13.11.23</i>	
7	<i>Завершення роботи.</i>	<i>13.11.23-09.01.24</i>	

Студент _____ Харабовський В. Ю.
(підпис)

Керівник роботи _____ Кригуль Р.Є.
(підпис)

Кваліфікаційна робота: 50 сторінок текстової частини, 13 рисунків, таблиць – 2. Бібліографічних найменувань 26.

“Автоматизована система забезпечення мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту”. Харабовський Владислав Юрійович. – Кваліфікаційна робота. Кафедра енергетики. – Дубляни., Львівський національний університет природокористування, 2024 р.

У моїй роботі подано дані про сільськогосподарський кооператив який знаходиться у смт. Сенкевичівка Луцького району, Волинської області. В роботі надається короткий огляд основних аспектів діяльності цього кооперативу.

На території кооперативу були виявлені будівлі з закритим ґрунтом, які наразі використовують систему вентиляції, яка потребує втручання людини для її функціонування.

Проведено оцінку наявних систем для підтримки оптимальної температури в теплицях. Проаналізовано різновиди вентиляції. Вивчено умови вирощування рослин. Досліджено оптимальні режими температур та вологості для культур у вегетаційний період.

Дана робота включає в себе розробку електричної схеми для автоматизованої системи вентиляції з метою забезпечення оптимального мікроклімату у будівлях з закритим ґрунтом. Крім того, в ній проведено розрахунок основних параметрів цієї системи та враховані заходи щодо поліпшення умов охорони праці та довкілля.

Проведено оцінку економічної доцільності впровадження цієї технічної системи, і результати свідчать про те, що використання даного обладнання є вигідними для кооперативу.

ЗМІСТ

ВСТУП

1	ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА.....	8
1.1	Загальні відомості	8
1.2	Кліматичні умови.....	8
1.3	Діяльність та постачання енергії для виробництва.....	9
1.4	Вибір теми кваліфікаційної роботи.....	10
2	ОЦІНКА НАЯВНИХ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ В ТЕПЛИЦЯХ.....	11
2.1	Різновиди вентиляції	11
2.2	Умови вирощування рослин.....	15
2.3	Температурний режим у вегетаційний період.....	16
2.4	Вологісний режим	17
2.5	Аналіз об'єкту дослідження.....	19
3	АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ.....	23
3.1	Схема системи автоматизованої вентиляції теплиці.....	23
3.2	Розрахунок площі огорожувальної конструкції споруди теплиці.....	25
3.3	Розрахунок внутрішнього об'єму теплиці	26
3.4	Розрахунок технічних характеристик актуатора.....	27
3.5	Розрахунок технічних характеристик акумуляторної батареї..	29
3.6	Розрахунок параметрів сонячної фотоелектричної панелі.....	29
3.7	Обґрунтування вибору налаштувань функціонування системи вентиляції.....	30

4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	34
4.1	Заходи безпеки при обслуговуванні електрообладнання.....	34
4.2	Розрахунок контурного заземлення теплиці.....	37
4.3	Безпека життєдіяльності в умовах надзвичайних ситуацій....	38
5	ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ	43
5.1	Розрахунок прибутку від монтажу системи вентиляції у теплиці	43
	ВИСНОВКИ	46
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	48

ВСТУП

Сьогоднішні технології та виробничі процеси швидко розвиваються. Проведення електрифікації є суттєвим кроком на шляху до розвитку у будь якій галузі. Сільське господарство теж потребує автоматизованої електрифікації, і воно не становить винятку в цьому плані. Завжди налаштоване на постійне вдосконалення операцій та модернізацію існуючих процесів, що призводить до збільшення продуктивності на підприємстві.

Споруди закритого ґрунту можуть існувати і без електроенергії, але це обмежує можливість впровадження багатьох технологічних процесів. Діяльність приладів, починаючи від обігріву повітря до інструментів для боротьби зі шкідниками та систем вентиляції, обов'язково вимагає наявності електричної енергії. У багатьох ситуаціях використання традиційної електроенергії є неможливим або неефективним, і в таких випадках необхідно використовувати відновлювальні джерела енергії. Вітро генеруючі електро станції, сонячні фотоелектричні панелі, застосовують для удосконалення даних процесів. Використання таких джерел енергії є простим, більш бюджетним та перспективним, оскільки вони відновлюються природою. У поточний складний період цей метод надає можливість забезпечити незалежність, оскільки контроль здійснюється на всіх етапах безперервного ведення тепличного господарства.

Для здобуття прибутку господарство повинно постійно розширювати свою діяльність та розвиватися.

Тому темою моєї роботи є “Система забезпечення оптимальної температури повітря у споруді захищеного ґрунту із розробленням електричної схеми автоматизованої системи вентиляції”.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Загальні відомості

Моя кваліфікаційна робота була підготовлена на основі інформації про сільськогосподарський кооператив – СК який знаходиться у смт. Сенкевичівка Луцького району, Волинської області. Підприємство розташоване за 5 кілометрів від автомагістралі Львів – Луцьк. Відстань від селища міського типу до попереднього районного центру міста Горохів 20 кілометрів, а до міста Луцьк 25, де господарство може продавати свою продукцію.

Діяльність підприємства спрямована на культивуванні зернобобових, зернових та овочевих культур, переробці, зберіганні консервуванні овочів та фруктів.

1.2 Кліматичні умови

Підприємство знаходиться у помірно вологому кліматі, з холодними, але не дуже суворими зимами, прохолодним та не дуже жарким літом, із значними кількостями дощів. Січень вважається найхолоднішим місяцем із середньою температурою мінус 7°C, тоді як середній температурний показник влітку становить близько 25°C.

Узагальнено можна сказати, що кліматичні умови є зручними та сприятливими для вирощування багатьох с.г. культур. Майже усі території мають рівнинний рельєф, земельний фонд включає в себе кілька видів ґрунтів зокрема: чорноземи та ґрунти опідзолені.

1.3 Діяльність та постачання енергії для виробництва.

Будь-яке підприємство при визначенні своєї спеціалізації має враховувати попит на свою продукцію, орієнтуючись на нього. Наше підприємство спеціалізується у вирощуванні овочів та зернових, таких як пшениця, кукурудза, соняшник, буряк, а також вирощує овочі у теплицях, такі як огірки, помідори та червоний перець.

Сьогодні виробнича діяльність нашого підприємства неможлива без енергоресурсів, які використовуються як для внутрішнього використання, так і для придбання зовнішніх джерел енергії. Головною метою є надійне забезпечення всіх необхідних видів енергії у встановлених параметрах для забезпечення виробничих процесів з врахуванням їхнього обсягу та потреб. Споживання енергоресурсів залежить від потужності підприємства, видів виробництва та особливостей технологічних процесів. Завдання з ефективного використання енергії вирішується керівництвом господарства.

До енергозабезпечення нашого підприємства, припадає:

Електро – силове забезпечення тобто: підстанції знижувальні, трансформаторне, генераторне устаткування, акумуляторні батареї, електричні мережі;

Тепло – силове забезпечення тобто: котли, теплові мережі, компресори, водо постачання і відведення;

Ремонтна база – технічне облаштування, модернізація, ремонт енергетичного обладнання.

При визначенні потреби в енергії або паливі необхідно враховувати кількість виробленої продукції, витрати палива або енергії на виготовлення одиниці продукції, витрати на власні потреби, заходи, що спрямовані на підвищення технічної ефективності, імпорт енергії, а також нормативні втрати енергії у електромережах.

Завдання ефективного використання енергії полягає в тому, щоб визначити максимально вигідний обсяг її споживання. Норми повинні

відповідати передовому рівню використання енергії. Нормативне споживання енергії поділяється на витрати енергії на одиницю продукції, а також на робочі місця, цехи, відділи та в цілому на підприємстві.

1.4 Вибір теми для кваліфікаційної роботи

Аналізуючи функціонування підприємства, я прийшов до висновку, що необхідно модернізувати і автоматизувати систему управління захищеними ґрунтами, використовуючи сучасні технології. Багато старих підприємств, які існують десятиліттями, залишилися вірні застарілим методам вирощування рослин у теплицях. Але оскільки сучасні технології швидко розвиваються, я вирішив оснастити наші тепличні споруди автоматичними системами, які автоматично відкривають і закривають вікна. Це дозволить регулювати температуру в приміщенні, вентилуючи його влітку і збільшуючи температуру взимку, коли вікна закриті, для забезпечення оптимальних умов вирощування рослин.

Сьогодні на ринку автоматизації існує різноманітність технологій, які можуть вирішувати різні завдання в різних цінових діапазонах. Більшість людей віддає перевагу якісним продуктам, які можуть відбувати окупність відносно швидко і приносити прибуток.

З підвищеним попитом на продукти харчування, особливо овочі, змінилася технологія їх вирощування. Щоб досягти високих результатів і отримувати значні прибутки, необхідно вживати багато заходів і дотримуватися певних стандартів.

2 ОЦІНКА НАЯВНИХ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ В ТЕПЛИЦЯХ

2.1 Різновиди вентиляції.

Для вибору найкращої технології вентиляції та підтримки потрібної температури необхідно розглянути критерії, які задовольняють наші потреби, такі як ефективність, надійність та простота в експлуатації. Мені здається, що автоматизована система вентиляції, яка працює на основі принципу створення протягу у приміщенні, може бути відмінним варіантом, оскільки це є конструктивно надійною системою.

Розглянемо такі різновиди вентиляції:

1. Ручний режим – також може бути відомий як природна вентиляція, особливо у випадку теплиць.



Рисунок 2.1 – Ручний режим вентиляції

Цей спосіб вентиляції використовує відкривання вікон, дверей та спеціальних отворів у стінах теплиці, що обслуговується людиною. Розміри та конструкція цих вентиляційних отворів можуть різнитися. Недоліком цього методу є необхідність встановлення більшої кількості вікон, якщо вони мають менший розмір, розподілені по всій поверхні теплиці. Друге правило для цього типу вентиляції полягає в тому, що вона повинна відповідати всім

законам фізики, що стосуються руху теплого та холодного повітря. Тут, число отворів повинна бути однаковою, але їх розташування має відрізнятися за висотою. Для впливу припливу, отвори слід розташовувати нижче, для введення холодного повітря, в той час як відпливні отвори повинні бути вище, щоб відведення теплого повітря відбувалося ефективно. [3]

2. Примусовий режим – це варіант провітрювання, який використовується у невеликих теплицях. У великих спорудах потрібно постійно моніторити та регулювати мікроклімат, тому вони не використовують цей метод провітрювання.

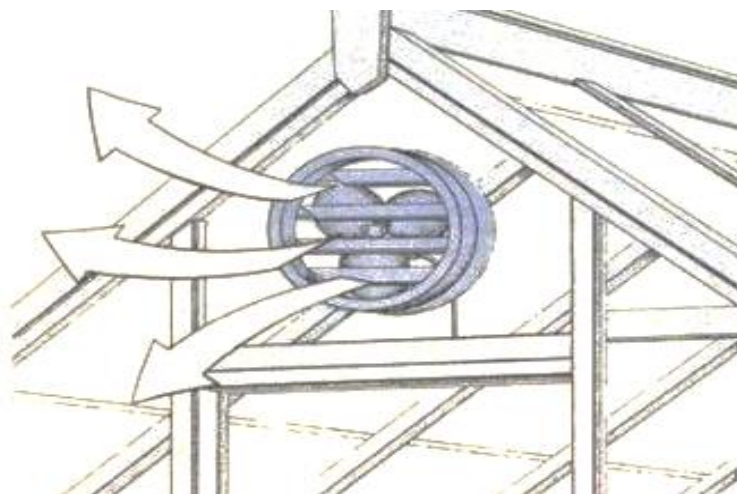


Рисунок 2.2 – Примусовий режим вентиляції

Щоб зекономити час, потрібний для відкриття та закриття, доцільно встановлювати систему примусової вентиляції. Ця система включає в себе вентилятори, які працюють від електропостачання. Після правильного монтажу системи за технологією, можна постійно контролювати температурний режим в споруді, регулюючи швидкість обертання вентиляторів.

3. Гідравлічний режим – ґрунтується на використанні змін у розширенні та стисненні певних рідин, таких як олива. Цей принцип дії передбачає встановлення гідравлічного приводу в конструкцію віконної рами.

Принцип роботи цієї системи вентиляції полягає в такому: вона включає дві ємності з рідинами, які зазвичай є маслом.



Рисунок 2.3 – Гідравлічний режим вентиляції

Внутрішня ємність виконує роль термодатчика, і коли температура підвищується, масло розширюється і за допомогою трубок викликає рух важеля, відкриваючи вікно. За своєю чергою, зовнішня ємність служить компенсатором: коли рідина стискається внаслідок різкого похолодання, вона активує другий важіль і закриває вікно. Однак ця система має серйозний недолік: вона стає менш ефективною при заморозках через властивості рідини змінюються при низьких температурах. Тому використання такої вентиляційної системи може викликати шкоду рослинам в теплиці в морозні періоди.

4. Система вентиляції на основі біметалу працює на подібних принципах, що й гідравлічна система. Але в основі лежить принцип розширення двох різних матеріалів при нагріванні.

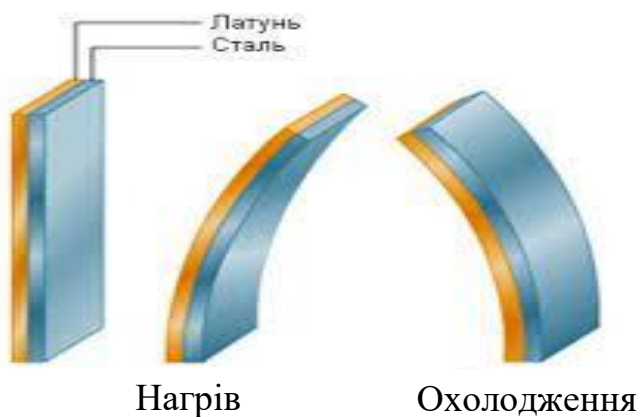


Рисунок 2.4 – Біметалева система вентиляції

У цій системі використовують сталь і латунь як датчики. Під впливом нагрівання металів розширюються, що відкриває вікно, і при охолодженні стискаються, закриваючи його. Цей метод вентиляції вважається надійним, але його обмеження полягає в тому, що біметалеві приводи зазвичай здатні відкривати лише невеликі віконця.

5. Електротехнічна система вентиляції є аналогом гідравлічної системи, але вона базується на використанні електричного приводу. У цій системі для активування штоку використовується електродвигун. Головною перевагою електричної системи є висока точність та надійність, оскільки можливо налаштувати блок керування для досягнення певних параметрів.



Рисунок 2.5 – Електротехнічна система вентиляції

Всі вищезазначені системи та режими вентиляції використовуються широко через їхню різноманітність за конструкцією і практичними можливостями, які можна адаптувати під конкретні потреби. Проте головною метою є виявлення оптимальної системи та постійне її удосконалення.

2.2 Умови вирощування рослин

Умови вирощування будь яких сільськогосподарських рослин вимагає уваги до багатьох чинників, і однією з найважливіших вимог є збереження оптимального мікроклімату, який включає в себе контроль температури в закритому ґрунті, вологості в повітрі та ґрунті, і правильного внесення добрив.

Червоний солодкий перець і помідори є рослинами, які потребують високої температури та є теплолюбними. Під час цвітіння та плодоношення цих рослин зростає їхня потреба в сприятливій температурі. Рослини можуть мати різну висоту від 100 см до 250 см та вище, як показано на рисунку 2.6. Високорослі кущі, хоча і займають менше місця на ділянці, приносять більший врожай.



Рисунок 2.6 – Розташування рослин у теплиці

Для успішного формування плодів оптимальна температура вдень повинна становити від +21 до +25 градусів, вночі ж від +15 до +17 градусів. Забезпечуючи такий температурний режим, можна отримати задовільний врожай.

Під час процесу дозрівання плодів необхідно знижувати температуру. Оптимальна температура для цього процесу становить 25-30°C, проте навіть при температурі 20°C дозрівання плодів відбувається ефективно. Однак основним недоліком при вирощуванні цих культур є підвищена температура в теплиці, яка часто перевищує 35°C влітку. Це може суттєво сповільнити процес зав'язування плодів.

Збирання урожаю проводять через кожні чотири-п'ять днів. У середньому один кущ може врожайність досягати до 15 кілограмів продукції протягом сезону. Це свідчить про відповідний температурний та вологісний режим, а також правильне використання системи вентиляції.

2.3 Температурний режим у вегетаційний період

Управління температурним режимом в закритих ґрунтових спорудах має вирішальне значення і впливає на багато аспектів сільського господарства. Це включає в себе стимулювання росту рослин, регулювання вологості та концентрації поживних макро- та мікроелементів, покращення якості і кількості врожаю, визначення часу для збору врожаю, запобігання захворюванням та інші аспекти. Тримання оптимальної температури в теплицях для рослин та здатність її регулювати є ключовими факторами для досягнення успіху у сільському господарстві в закритих ґрунтових спорудах.

З використанням архівних даних від Українського гідрометеорологічного центру, як дослідник, я провів аналіз коливань температури навколишнього середовища протягом вегетаційного сезону рослин. На основі цих даних була створена таблиця 2.1, яка ілюструє зміни температур протягом року.

Таблиця побудована на базі середньостатистичних значень температур навколишнього середовища, з січня по грудень впродовж багатьох років.

Таблиця 2.1. – Значення температур навколишнього середовища

Показник	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Рік
Абсолютний максимум, °С	14,9	17,7	22,4	28,9	32,2	34,1	36,3	35,6	34,5	25,6	21,6	16,5	36,3
Середній максимум, °С	0,2	2	7	14,5	19,5	23	24,7	24,5	19	13,2	6,8	1,5	13
Середня температура, °С	-2,7	-1,5	2,5	9	13,8	17,3	19	18,5	13,5	8,4	3,3	-1,3	8,3
Середній мінімум, °С	-5,7	-4,8	-1,4	3,8	8,4	12	13,7	13,2	8,7	4,4	0,4	-4,1	4,1
Абсолютний мінімум, °С	-28,5	-29,5	-25	-12,1	-5	0,5	4,5	2,6	-3	-13,2	-17,6	-25,6	-29,5
Норма опадів, мм	45.5	47.7	48.1	51.9	93.4	86.3	96.2	72.5	69.9	56.6	49.7	49.5	767.3

Для успішного вирощування томатів або червоного перцю в захищеній ґрунтовій споруді оптимальна температура становить від +21 до +23 °С, коли сонячний і ясний літній день, і від +15 до +21°С, у випадку хмарного дня.

У нічний час, оптимальна температура становить +14 до +18 °С. У початковий період плодоношення, допустима верхня межа температури повітря може бути в межах +25 до +30 °С. Проте, якщо температура продовжує зростати після цього, то навіть при найкращому цвіті може спостерігатися мінімальна урожайність. Високі температури можуть сповільнити процес фотосинтезу, призводячи до висихання пилкових зерен і інших проблем.

2.4 Вологісний режим

Урожайність овочевих рослин і якість їх продукції значно залежить не лише від генетичних характеристик рослин, але і від того, наскільки сприятливі зовнішні умови для розвитку допомагають реалізувати їх

генетичний потенціал. Зазвичай, серед цього складного комплексу виділяють три основні групи факторів, які впливають на життєдіяльність рослин:

Абіотичні чинники: включають кліматичні фактори, такі як температура, освітленість, характер світла та тривалість дня, а також атмосферні умови, які охоплюють склад повітря, його рух та вологість, а також магнітне поле та механічні впливи, наприклад, вплив вітру;

Ґрунтові фактори, які включають фізичні і хімічні властивості ґрунту, а також наявність повітря та вологи в ґрунті;

Біотичні фактори включають взаємодію між культурними рослинами в посівах, присутність бур'янів, а також наявність корисної та шкідливої мікрофлори, такої як гриби, бактерії та віруси. Крім того, ці фактори враховують також корисних та шкідливих представників тваринного світу, які можуть впливати на рослини;

Антропогенні фактори включають в себе методи та прийоми, створені людиною, які використовуються для культивування рослин, такі як пасинкування, щеплення і інші. Крім того, вони враховують вплив людей на рослини та їхні біоценози за допомогою машин, хімічних речовин та фізичних засобів [24].

Виокремлюють два типи впливу факторів: прямий і непрямий. Перший передбачає безпосередню дію фактору на рослину, вплив на такі процеси, як фотосинтез, ріст, плодоутворення, тощо. Другий тип відображає зміну реакції рослин на окремі фактори при зміні інтенсивності одного з них. Також цей тип впливу охоплює розвиток грибкових захворювань при збільшенні вологості повітря, або при зниженні або підвищенні температури.

Реакція рослин на вплив зовнішнього середовища може бути оцінена через три основні значення: оптимальні умови, які є найбільш сприятливими для рослин, і екстремальні значення – мінімум і максимум, при яких рослина все ще може існувати [9]. У цій магістерській роботі розглядається вплив

абіотичних факторів на рослини, зокрема, вологість повітря та ґрунту, як одного з важливих параметрів. Помідор – це рослина, яка потребує вологості, щоб розвивати потужну вегетативну масу і виробляти багато соковитих плодів. Недостатність вологості в ґрунті призводить до зупинки росту, випадіння бутонів і квітів, а також зменшення врожаю. Зайва волога в ґрунті так само, як і її недостатність, шкідлива для рослин. Вона спричиняє зупинку у зростанні, синіння стебел і листя, випадіння бутонів. Небажані коливання вмісту води в ґрунті можуть призвести до серйозного пошкодження плодів.

Збільшена вологість сприяє розвитку різних грибкових захворювань у томатів, таких як фітофтора, плямистість листя, верхова гниль. Тому для збереження здоров'я томатів важливо дотримуватись певних параметрів вологості: в ґрунті вміст вологи повинен становити 75-80% від максимальної вологості, в повітрі рекомендується зберігати відносну вологість в межах 70-85%, ідеальний рівень вологості повітря – $80\% \pm 2$, і обов'язково забезпечувати потужну вентиляцію. Оскільки томати самозапилюються, важливо, щоб в період запилення повітря було сухим, оскільки лише сухий пилок може відокремитися від тичинок і опилити плід [9].

2.5 Аналіз об'єкту дослідження

Загальна мета застосування споруди з захищеним ґрунтом полягає в отриманні рослинної продукції. Зазвичай така споруда складається з металевого каркасу, який покритий світлопроникним матеріалом, таким як полімерна плівка або сотовий полікарбонат. Зазвичай, ці споруди використовуються для вирощування рослин, зокрема детермінантних видів овочів, які потребують специфічного мікроклімату. Щоб покращити ефективність та зменшити витрати енергії цієї конструкції,

використовуються передові механізми та інструменти, які сприяють полегшенню праці людини. Важливим аспектом створення оптимального мікроклімату є підтримання необхідної температури, і для цього використовується автоматизована вентиляція. [7]

У літній період потрібно бути особливо уважним при контролюванні температурного режиму в теплиці, оскільки температура може підніматися до рівня 70...80°C, що є неприйнятним для утворення плодів у рослин.

Система автоматизованої вентиляції має за мету забезпечити поступання свіжого і холодного повітря до захищеної ґрунтової споруди. У випадку недостатнього провітрювання, повітря, яке прогрівається сонцем, залишається в теплиці і спричиняє поширення цвілі та різних захворювань рослин, що може призвести до зниження врожайності. Автоматизована система вентиляції дозволяє регулювати температуру повітря в споруді, відкриваючи вікна, які показані на малюнку 2.7, і забезпечуючи оптимальні умови для росту рослин.

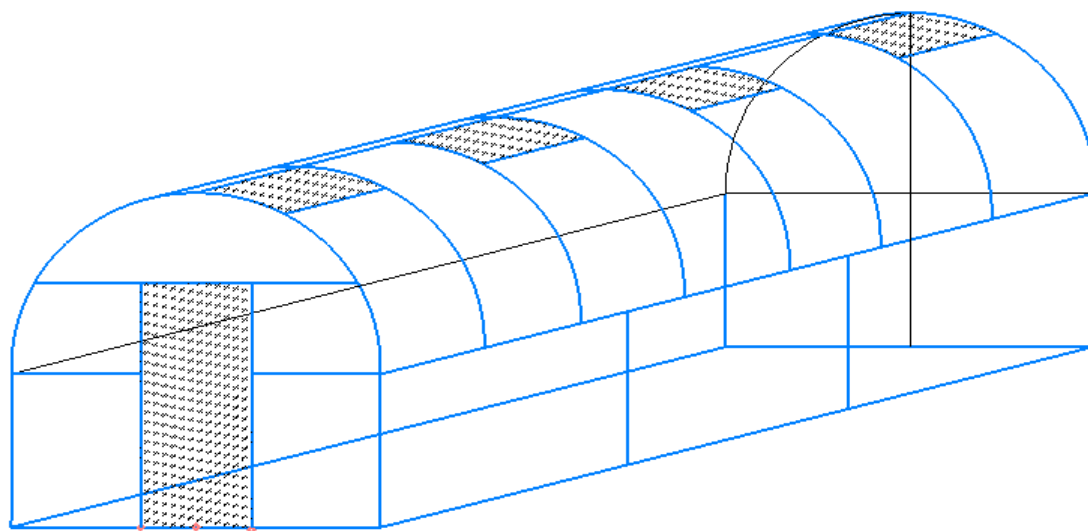


Рисунок 2.7 – Схема споруди закритого ґрунту.

На цьому і наступному зображенні наведено опис конструкції, для якої буде виконуватися аналіз для визначення ідеальної температури в теплиці з використанням автоматизованої системи вентиляції.

На малюнку 2.8 виділена певна частина вентиляційної системи, позначена штрихованою областю. Таке розташування сприяє ефективному використанню технології вентиляції в споруді, оскільки тепле повітря піднімається вгору і може легко виходити під час провітрювання без перешкод.

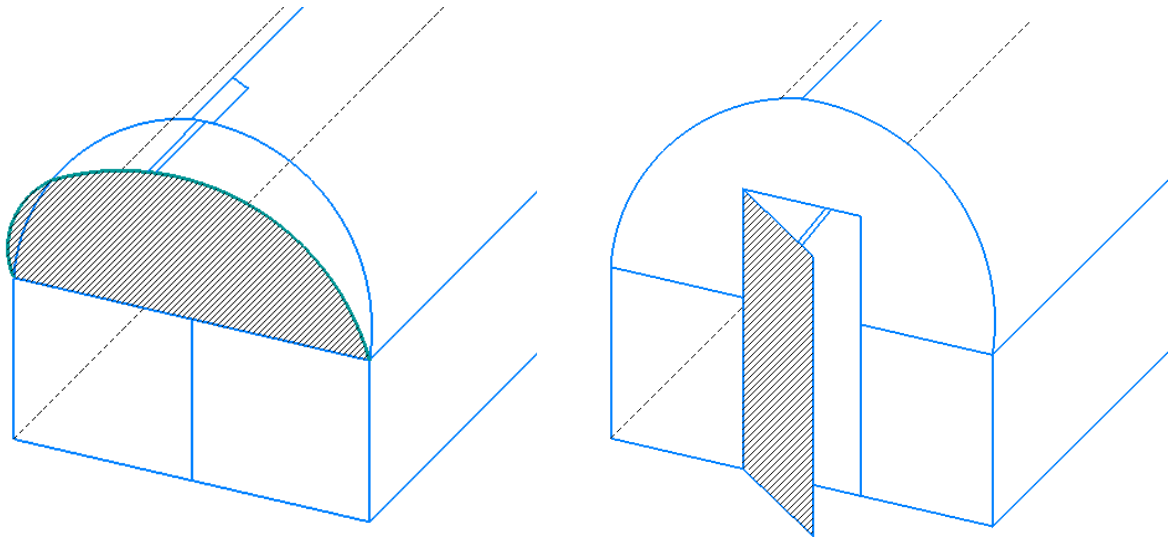


Рисунок 2.8 – Частина механізму провітрювання

Цій конструкції притаманні певні переваги, включаючи:

- ✓ Вона має стійкість до навісного снігу взимку і не ламається під його вагою;
- ✓ Форма обгортання надає можливість вибору різноманітних матеріалів для покриття (наприклад, скла, плівки або полікарбонату).

Недоліки:

Оскільки ця конструкція вимагає використання значної кількості кріпильних матеріалів, необхідно регулярно перевіряти її на герметичність та стан матеріалів, щоб запобігти корозії. Однак завдяки мінімальній відбивній поверхні цієї споруди, всередині неї потрапляє максимальне кількість сонячного світла, що є важливою перевагою.

Ці характеристики конструкції сприяють виростанню рослин на значну висоту, але догляд за рослинами, які знаходяться біля стінок, ускладнюється.

При аналізі об'єкта дослідження можна прийти до висновку про необхідний тип вентиляційної системи, який буде використовуватися в даній роботі для забезпечення оптимальної температури всередині споруди.

До механічних компонентів системи вентиляції включаються актуатори - це електричні приводи, які відкривають та закривають вікна з метою регулювання температури всередині споруди, щоб знизити або підвищити її.

Також до даної системи входить регулятор температури, загальний вигляд якого показано на малюнку 2.9. Він може бути налаштований для регулювання інтенсивності відкривання та закривання вікон в будь-які погодні умови з метою контролю температури всередині споруди.



Рисунок 2.9 – Терморегулятор

Програмування показників цього регулятора за допомогою персонального комп'ютера надає можливість налаштувати деталі роботи, що сприяє вдосконаленню усієї системи в цілому.

3. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

3.1. Схема системи автоматизованої вентиляції теплиці

Автоматизована система, яку нами запропоновано, призначена для автоматичного підтримання температури у споруді, яка розташована на закритому ґрунті. Проведемо аналіз принципу її функціонування, використовуючи інформацію з рисунка 3.1.

На цій схемі намальовані ключові електричні та механічні компоненти:

1. Блок регулювання температурного режиму.
2. Джерело постійного живлення – фотоелектрична сонячна панель, контролер заряду з акумуляторною батареєю
3. Електромеханічний пристрій (двигун, гвинтовий механізм руху, та перемикачі).
4. Вікна або двері, які контролюються та відкриваються за допомогою лінійного приводу.

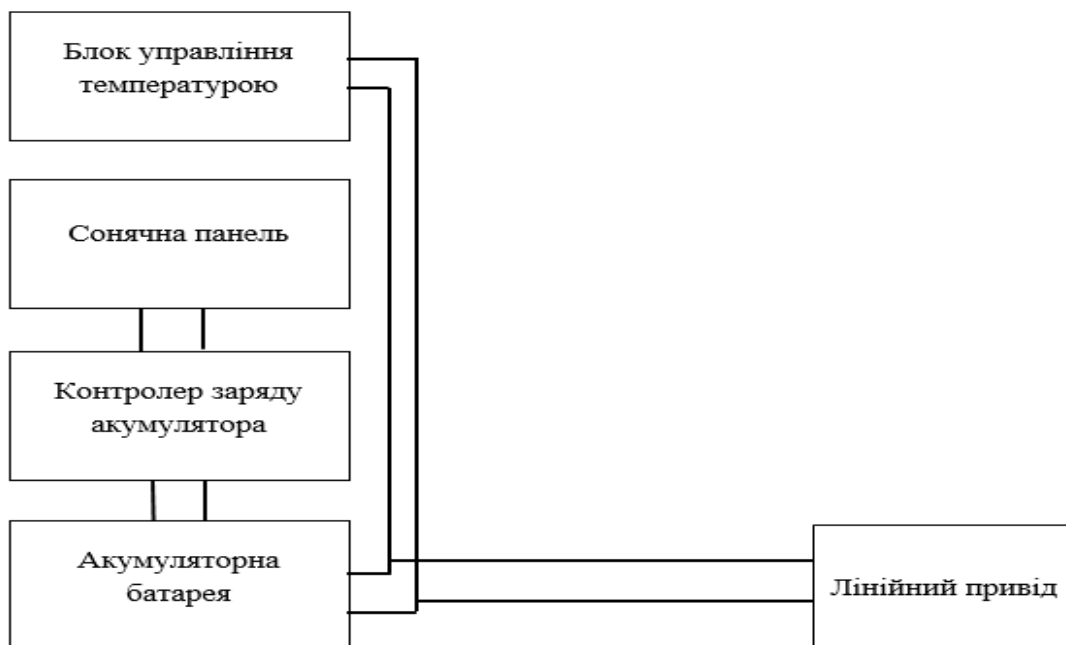


Рисунок 3.1 – Схематичне зображення вентиляції

На малюнку 3.2 показано основну схему для розробки принципової схеми та виконання розрахунків.

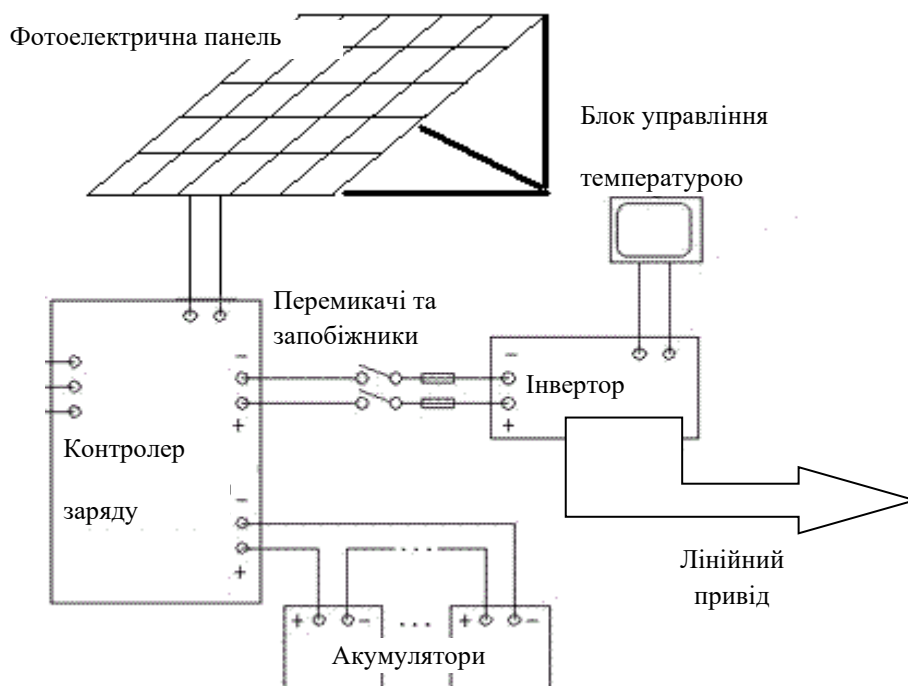


Рисунок 3.2. Автономна система.

Ця схема ілюструє основні компоненти, які будуть використовуватися в проекті з метою забезпечення оптимальної температури в споруді.

Лінійний привід, використовується для відкриття та закриття вентиляційних фрамуг. Але неможна недооцінювати важливість кожного параметра, оскільки кожен з них має свою роль. Елементом розробленої системи що контролює температурний режим є електронний блок управління. Його функцією є керування та моніторинг відкривання та закривання фрамуг відповідно до температури всередині теплиці.

Для забезпечення надійної роботи електричної схеми варто розглянути можливість встановлення акумуляторної батареї. Ця батарея забезпечить постійне живлення системи. Щоб забезпечити постійний заряд батареї, рекомендується встановити сонячну фотоелектричну панель. Це рішення

дозволить системі функціонувати майже безперервно, незалежно від часу доби.

3.2 Розрахунок площі огорожувальної конструкції споруди теплиці

Для того щоб зручніше та простіше провести обчислення даних параметрів, умовно поділимо огорожувальну конструкцію на частини: по довжині, на праву нижню та ліву нижню стінки котрі мають аналогічні розміри. Та розрахуємо їх площу за математичним виразом:

$$S_{\text{ст}} = A \times B \text{ м}^2; \quad (3.1)$$

де, A і B – відповідно довжина та ширина стінок, м.

$$S_{\text{ст}} = (5 \times 1) \times 2 = 10 \text{ м}^2;$$

Далі розрахуємо аналогічно, площу поверхні задньої і передньої стін, враховуючи це що вони мають форму пів-круга. Тобто розрахунок проведемо за наступним математичним виразом:

$$S_{\text{кр}} = \pi \times r^2 \text{ м}^2 \quad (3.2)$$

де π – величина стала 3,14, r – радіус круга, м.

$$S_{\text{кр}} = 3.14 \times 1.25^2 = 4,9 \text{ м}^2;$$

Оскільки накриття теплиці має форму пів круга, то її площа буде рівною:

$$S_{\text{пів.кр}} = \frac{4,9}{2} = 2.45 \text{ м}^2;$$

Аналогічно розрахуємо площі поверхні передньої та задньої стінок враховуючи це що вони мають форму квадрата. Тобто розрахунок проведемо за наступним математичним виразом:

$$S_{\text{п.ст}} = 2.5 \times 1 = 2,5 \text{ м}^2;$$

Сума площ передньої верхньої та нижньої частини споруди закритого ґрунту розраховується за виразом:

$$S_{\text{пер.ст}} = S_{\text{пів.кр}} + S_{\text{п.ст}} \text{ м}^2; \quad (3.3)$$

$$S_{\text{пер.ст}} = 2.45 + 2.5 = 4,95 \text{ м}^2$$

Довжина сторони що описана півколом верхньої частини накриття розраховується за виразом.

$$L = ((\pi \times d)/2); \quad (3.4)$$

де, d – діаметр півкола, м; π – величина стала 3,14.

$$L = 3.14 \cdot 2,5/2 = 3,9 \text{ м};$$

Загальна площа описана півколом верхньої частини накриття розраховується за виразом.

$$S_{\text{дах}} = 5 \times 3.9 = 19,7 \text{ м}^2; \quad (3.5)$$

Таким чином сумарна площа поверхні огорожувальної конструкції становитиме:

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{дах}} + (S_{\text{ст}} \times 2) + (S_{\text{пер.ст}} \times 2) \text{ м}^2; \quad (3.6)$$

$$S_{\text{заг}} = 19.7 + 10 + 9,9 = 39,6 \text{ м}^2;$$

3.3 Розрахунок внутрішнього об'єму теплиці

Для простішого знаходження повного внутрішнього об'єму споруди розділимо уявно об'єм на дві частини: першу V_1 яка описується паралелепіпедом та другу V_2 що описується пів циліндром:

Об'єм V_1 розраховуємо:

$$V_1 = A \times B \times H, \text{ м}^3; \quad (3.7)$$

де A – довжина, м, B – ширина, м, H – висота.

$$V_1 = 5 \cdot 2.5 \cdot 1 = 12,5 \text{ м}^3$$

Об'єм V_2 розраховуємо:

$$V_2 = \pi \times r^2 \times h, \text{ м}^3; \quad (3.8)$$

де H – довжина циліндра, м; r – радіус циліндра, м.

$$V_2 = 3.14 \cdot 1.25^2 \cdot 5 = 24 \text{ м}^2;$$

Однак верхня частина є пів циліндром, тобто розраховується:

$$V_2 = 24 \div 2 = 12 \text{ м}^3;$$

Сума значень двох об'ємів дає повний об'єм теплиці.

Тобто:

$$V = V_1 + V_2; \text{ м}^3; \quad (3.9)$$
$$V = 12.5 + 12 = 24,5 \text{ м}^3;$$

3.4 Розрахунок технічних характеристик актуатора

Для визначення технічних характеристик актуатора що зображений на рис 3.3, потрібно здійснити оцінку маси всього механізму, який буде відповідати за відкривання фрамуг в споруді, розташованій на захищеному ґрунті.



Рисунок 3.3 Загальний вигляд актуатора та монтаж

Вага 1-го метра погонного профільної труби 30 мм × 10 мм, товщиною стінки 2 мм, з якого зроблена конструкція теплиці становить близько 1 кг. Знаючи усі розміри конструкції фрамуг можна знайти їх вагу. Також необхідно додати вагу накриття, у тому випадку вагу полікарбонату 1 м² буде масою приблизно 1,5 кг. Отже маса фрамуги приблизно буде рівною 4,5 кг а всіх восьми 36 кг.

Врахувавши вагу підйимального механізму що з'єднує актуатор та самі фрамуги яка становити 14 кг, сумарна маса становитиме 50 кг.

Оскільки нами запропонована система вентиляції складається з двох частин механізму провітрювання тоді одна частина буде мати вагу $m = 25$ кг.

Розрахунок сили F , яку необхідно прикласти для того щоб підняти конструкцію автоматизованої системи вентиляції для однієї частини знаходимо з виразу:

$$F = \frac{m \times g \times h}{\eta} \text{ Н} \times \text{с}; \quad (3.10)$$

де m – маса конструкції, кг, g – прискорення вільного падіння м/с,

h – висота на котру потрібно піднімати фрамуги, η – к.к.д., актуатора.

$$F = \frac{25 \cdot 9.8 \cdot 0.5}{0.95} = 129 \text{ Н} \times \text{с}$$

Заокруглимо до більшого значення 130 Н × с.

За аналогічною методикою що наведена вище проводимо розрахунок технічних характеристик для актуаторів які потрібні у автоматизованій системі вентиляції для відкривання вхідних дверей та відкривання горизонтальної фрамуги яка знаходиться з протилежної сторони від вхідних дверей.

Тобто відкривання та закривання горизонтальної тилової фрамуги необхідно актуатор із силою 40 Н, а також на відкривання та закривання вхідних дверей 30 Н. Просумувавши значення отримаємо.

$$F = 130 + 130 + 40 + 30 = 330 \text{ Н} \times \text{с}$$

Ці дані необхідні для розрахунку та підбору акумуляторної батареї, котра буде жити даний лінійний привід.

На сьогоднішній день на ринку представлений широкий вибір за потужністю лінійних приводів. У даному випадку нами обрано актуатор фірми Genius G-BAT SX 400. Потужність якого складає 600 Вт.

3.5 Розрахунок технічних характеристик акумуляторної батареї

Щоб знайти потрібну ємність акумуляторної батареї застосуємо формулою:

$$E = \frac{F}{V \times k} A \times \text{год} \quad (3.11)$$

де V – напруга живлення В; F – потужність актуатора Вт, k – коефіцієнт запасу для глибини розряду акумулятора.

$$E = \frac{600}{12 \times 0,7} = 70 A \times \text{год}$$

Знайдемо потужність акумуляторної батареї.

$$P_1 = V \times E \text{ Вт}; \quad (3.12)$$

V – напруга в роботі електричної схеми;

$$P_1 = 12 \times 70 = 840 \text{ Вт};$$

Так як за технічними рекомендаціями з паспортних даних про роботу акумуляторної батареї радять використовувати мінімальний ступінь розрядки в межах 30 % тоді:

$$P_3 = P_1 \times k \text{ Вт} \quad (3.13)$$

$$P_3 = 840 \times 1,3 = 1000 \text{ Вт}; \text{ або } 1 \text{ кВт}$$

Даний параметр акумулятора необхідний для дальших розрахунків потужності сонячної фотоелектричної панелі що буде у світлу пору доби заряджати його.

3.6 Розрахунок параметрів сонячної фотоелектричної панелі

Щоб правильно підібрати сонячну фотоелектричну панель необхідно першопочатково враховувати ємність акумуляторної батареї яку вона буде заряджати. Розглянемо сонячну панель загальною потужністю 100 ват. Потрібно зазначити те, що сонячна панель змонтована під обґрунтованим

кутом до горизонтальної поверхні також є хороші природо кліматичні умови тобто добре сонячне випромінювання.

Основним параметром при підборі фото електричної панелі є величина струм заряджання у нашому випадку він має бути близько 10 % від ємності акумулятора тобто приблизно 7 А.

Нам відомо що робота лінійних приводів буде тривати приблизно від 10:00 год ранку до 19:00 годин вечора, тобто 9 год. Таким чином ми отримаємо

$$I = I_{\text{зар}} \times t, \text{ A}; \quad (3.14)$$

t – період роботи 9 год. $I_{\text{зар}}$ – сила струму, А.

$$I = 7 \cdot 9 = 63 \text{ A};$$

Таблиця 3.1 – Фізичні характеристики сонячного елемента

Тип	монокристалічний
Потужність	100 Вт
Напруга холостого ходу	0.6 В
Робоча напруга	$U_{ce} = 0.5\text{В}$
Робочий струм	$I_{ce} = 7 \text{ А}$
Струм короткого замикання	8 А

На підставі наданих даних можна стверджувати, що сонячна фотоелектрична панель котра має потужність 100 Вт, здатна заряджати акумуляторну установку для безперебійної роботи протягом дня, а це є важливим фактором для подальшої роботи автоматизованої системи вентиляції.

3.7 Обґрунтування вибору налаштувань функціонування системи вентиляції

Система вентиляції, яка встановлена в теплиці, забезпечує автоматичне регулювання температури повітря всередині будівлі, і цей процес ілюстрований на прикладі малюнку 3.4.

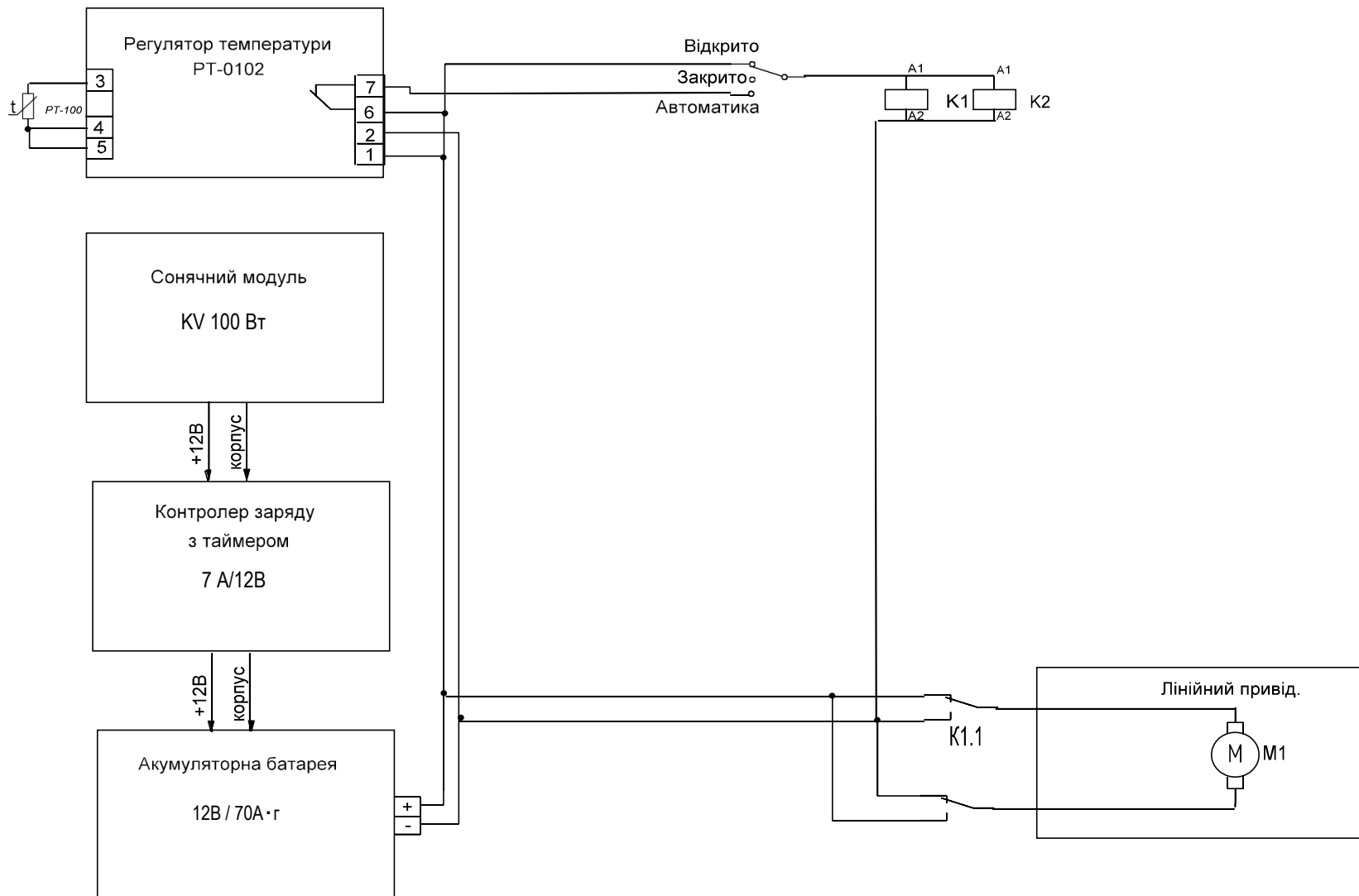


Рисунок 3.4 – Схематичне представлення автоматизованої системи вентиляції.

Технічні характеристики системи включають наступне:

1. Забезпечення у межах 20 – 30°C, температури повітря всередині.
2. Самостійна робота системи на основі відновлюваних джерел енергії і зберігання заряду в акумуляторних батареях протягом світлого періоду доби.
3. Можливість розширення кількості регульованих вікон від одного контролера температури.

Система складається з електромеханічних компонентів, які взаємодіють для забезпечення правильної функціональності. Комбінування цих складових дозволяє більш докладно розглядати та використовувати дану схему.

складається із:

1. Пристрою для контролю та регулювання температури РТ – 0102.
2. Сонячна фотоелектрична установки KV-100 Вт, що забезпечує постійне живлення, акумулятор ємністю 70 А×год / 12В, Процесор керування зарядкою акумуляторної батареї, який включає в себе функцію таймера на 7 А×год /12В
3. Реле-модуль.
4. Механізм лінійного переміщення, оснащений електричним двигуном, гвинтовим приводом та перемикачами.
5. Перемикач вибору режимів функціонування.

Після встановлення всіх компонентів системи вентиляції, включаючи електричні підключення та налаштування механічного руху вікон, ми можемо перейти до опису принципу її роботи. Після завершення монтажу, ми перевіряємо систему шляхом підключення живлення і перемикання ключа у верхнє положення для тестування.

Спочатку відкриваємо фрамуги. Потім переключаємо перемикач у середнє положення, і вікна закриваються.

Після цього налаштовуємо температурний показник на РТ0102 на 30 °С відповідно до рекомендацій. Ми встановлюємо допустиме відхилення

температури в інтервалі ± 3 °C. Після цього, переводимо перемикач в нижнє положення і активуємо автоматичний режим, а це означає що вікна будуть відкриватися, коли температура досягне $+ 30$ °C.

Після цього надходить живлення до електродвигуна лінійного приводу, і фрамуги відкриваються. Коли шток лінійного приводу досягає свого повного виходу, кінцевий вимикач спрацьовує та відключає живлення електродвигуна. У випадку, якщо температура у приміщенні опускається нижче 20 °C, контакти реле температури від'єднуються, і фрамуги автоматично закриваються.

Джерело безперервного живлення забезпечує заряд акумулятора протягом дня, коли є світло.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Заходи безпеки при обслуговуванні електрообладнання

До основних шкідливих виробничих факторів в захищеному ґрунті слід віднести підвищену вологість повітря і насиченість його вуглекислим газом та забруднення пилом.

До небезпечних факторів належать: електрична напруга, транспортні засоби, пестициди, гаряча вода, водяна пара тощо. Теплиці і парники з електропідігрівом належать до особливо небезпечних приміщень і поділяються на дві категорії: А - ґрунт і повітря обігривають за допомогою електричних нагрівників напругою більше 65 В; Б - ґрунт обігривають за допомогою електродів, розміщених у землі, або не ізольованих нагрівних елементів напругою до 65 В, а також прокладених в азбоцементних трубах напругою понад 65В.

До самостійної роботи теплицях допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, а також:

- вступний інструктаж;
- інструктаж з пожежної безпеки;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- навчання безпечним методам і прийомам праці не менше ніж за 10 годинною програмою;
- інструктаж з електробезпеки на робочому місці і перевірку засвоєння його змісту. Працівники теплиці повинен проходити: • повторний інструктаж з безпеки праці на робочому місці не рідше, ніж через кожні три місяці; • позаплановий і цільовий інструктажі: при зміні технологічного процесу або правил по охороні праці, заміні або модернізації виробничого обладнання, пристроїв та інструменту, зміни умов і організації праці, при порушеннях інструкцій з охорони праці, перервах в роботі більш ніж на 60 календарних днів 79 (для робіт, до яких пред'являються підвищені вимоги безпеки - 30 календарних днів); • стажування. Особи, які експлуатують електрообладнання повинні мати групу з електробезпеки не нижче II.

До ремонту електроустаткування допускається тільки

електротехнічний персонал. При експлуатації і ремонті електрообладнання необхідно керуватися «Міжгалузевими правилами з охорони праці при експлуатації електроустановок», «Правилами улаштування електроустановок» і «Правилами експлуатації електроустановок споживачів», а також санітарними нормами. При експлуатації вентиляторів забороняється торкатися при роботі вентиляційної системи. Допуск до профілактичних і ремонтних робіт з електрообладнанням теплиці проводиться оперативним електротехнічним персоналом в установленому «Міжгалузевими правилами з охорони праці при експлуатації електроустановок» порядку за розпорядженням адміністративно-технічного працівника. До обслуговування електричних приладів та електрообладнання в теплицях і парниках допускають спеціально навчених і атестованих робітників.

Перед виконанням будь-яких робіт в теплицях і парниках категорії А необхідно відключити напругу і вивісити на рубильнику плакат «Не включати. Працюють люди!». Після закінчення робіт і перед вмиканням електрообігрівання в теплицях і парниках категорії А необхідно впевнитись, що на робочих місцях і в приміщенні не залишилось людей, закрити вхід і вивісити плакат: «Стій, висока напруга!», «Під напругою!», «Небезпечно для життя!». У теплицях і парниках категорії Б при ввімкненому електрообігріванні ґрунту в особливих випадках дозволяється розпушувати ґрунт на глибину до 25см інструментом із сухими дерев'яними ручками. Заглиблювати руки в ґрунт і торкатись його руками не дозволяється. Після ввімкнення електроосвітлювальних установок для доосвічування рослин в теплицях і парниках забороняється виконувати будь-які роботи. Постійно слід перевіряти 80 справність всього електрообладнання, електропідігрівників, захисного нульового провідника.

В якості основних енергетичних засобів при роботах в теплицях використовують малогабаритні трактори і самохідні шасі. Для обробки ґрунту застосовують різні ґрунтооброблювальні знаряддя загального

призначення і спеціальні агрегати на електричній тязі. При експлуатації техніки в захищеному ґрунті враховують, що її використовують на обмеженій території і є труднощі в маневруванні машин і знарядь і завжди багатьох людей. Низько розміщені деталі і конструкції теплиць створюють травмонебезпечні ситуації. Загальний недолік застосування тракторів з двигунами внутрішнього згорання – загазованість робочих приміщень. Тому при роботі в закритій теплиці машин з двигунами внутрішнього згорання необхідно систематично провітрювати приміщення. При використанні електрофікованих машин і механізмів необхідно дотримуватись вимог електробезпеки.

До роботи на машинах, які застосовуються в овочівництві захищеного ґрунту, допускаються особи, які мають першу кваліфікаційну групу, вивчили правила експлуатації машин, пройшли інструктаж з охорони праці і навчені правилам практичного користування машинами. При підготовці ґрунту до посіву роботу потрібно проводити тільки на першій передачі. Швидкість руху трактора в теплиці не повинна перевищувати 5 км/год, а заднім ходом – 2 км/год. Забороняється перевозити людей в кузовах самохідних шасі і в тракторних причепах. При рихленні ґрунту фрезою дотримуватись особливої обережності, оскільки відлітаючі куски ґрунту і тверді предмети можуть спричинити травму мотористу і проходом людям. Водії транспортних засобів при роботі в теплицях повинні працювати в захисних касках і спецодязі, а при роботі з пестицидами користуватись відповідними засобами захисту органів дихання. При короткочасній зупинці не можна залишати транспортні засоби з працюючим двигуном. Перед початком роботи з машинами на електричному приводі необхідно перевіряти справність заземлюючого проводу. Монтажні і ремонтні роботи повинен виконувати 81 слюсар III розряду, а підключення машини до електромережі – електротехнічний персонал. Забороняється приступати до роботи і продовжувати її при виявленні неполадок електрообладнання, заземлення; проводити огляд, регулювання, очищення, змащування, технічне

обслуговування, ремонт механізмів і вузлів машини без відключення її від електромережі; працювати без захисних кожухів; залишати машину включеною після раптового зникнення напруги. При роботі необхідно стежити, щоб електрокабель, по якому подається живлення на машину, не був натягнутим і були виключені наїзди на нього транспортних заходів.

4.2 Розрахунок контурного заземлення теплиці

Опір розтікання струму через одиночний заземлювач з труб діаметром 25... 50 мм визначаємо за формулою:

$$R_{tp} = 0,9 \cdot (p / l_{mp}), \quad (4.1)$$

де p – питомий опір ґрунту, який вибирають в залежності від його типу, Ом·см (для піску воно дорівнює 40 000 ... 70 000, для суглинку – 4000 ... 15 000, для глини 800 ... 7000, для чорнозему – 900 ... 5300). Так як ґрунт має структуру чорнозему, приймаємо середнє значення 3000 Ом·см;

l_{mp} - довжина труби, м. $R_{mp} = 0,9 \cdot 300 = 270$ Ом.

Дальше визначаємо орієнтовну кількість вертикальних заземлювачів без урахування коефіцієнта екранування:

$$n = R_{mp} / r, \quad (4.2)$$

де r - допустимий опір заземлюючого пристрою, Ом.

$$n = 27 / 4 = 6,8 \text{ шт.} \quad (4.3)$$

Відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) на електричних установках напругою до 1000 В допустимий опір заземлюючого пристрою повинен бути не більше 4 Ом. Розмістивши вертикальні заземлювачі на плані і визначивши відстань між ними, визначаємо коефіцієнт екранування заземлювачів.

Так як розрахункова довжина з'єднувальної смуги незначно більша за периметр теплиці, то довжину з'єднувальної смуги необхідно прийняти рівною периметру теплиці плюс 12 ... 16 м:

$$an = ln + 12. \quad (4.4)$$

$$ap = 170 + 12 = 182 \text{ м.} \quad (4.5)$$

Визначаємо опір розтіканню електричного струму через з'єднувальну смугу:

$$R_n = 2,1 \cdot (p / ln). \quad (4.6)$$

$$R_n = 2,1 \cdot (182 / 900) = 10,38 \text{ Ом.} \quad (4.7)$$

Визначаємо результуючий опір розтіканню струму всього заземлювального пристрою:

$$R_3 = R_{mp} \cdot R_{n\eta n} \cdot R_{mp} + \eta_{tp} \cdot R_{nn1}, \quad (4.8)$$

де ηp - коефіцієнт екранування сполучної смуги, $\eta n = 0,7$.

$$R_3 = 270 \cdot 10,38 \cdot 0,7 \cdot 270 + 1 \cdot 10,38 \cdot 68 = 3,1 \text{ Ом.} \quad (4.9)$$

Отриманий результуючий опір розтіканню струму всього заземлювального пристрою порівнюємо з допустимим. На плані теплиці розміщуємо вертикальні заземлювачі і з'єднувальну смугу.

4.3 Безпека життєдіяльності в умовах надзвичайних ситуацій

Щодня у світі фіксується тисяча подій, при яких відбувається порушення нормальних умов життя і діяльності людини і які можуть призвести, або призводять до загибелі людей та до значних матеріальних втрат. Такі події називаються надзвичайними ситуаціями.

Загальні ознаки надзвичайних ситуацій: - наявність, або загроза загибелі людей чи значне погіршення умов їх життєдіяльності; - заповідання

економічних збитків; - істотне погіршення стану довкілля. До надзвичайних ситуацій, як правило призводять аварії, катастрофи, стихійні лиха та інші події, такі як епідемія, терористичні акти, збройні конфлікти. Аварії діляться на дві категорії:

I- категорія належать аварії в яких: - загинуло 5 чи травмовано 10 і більше осіб; - стався викид отруйних, радіоактивних речовин; - збільшилась концентрація забруднюючих речовин у навколишньому середовищі більш, як у 10 разів; - зруйновано будівлі споруди, що утворювали загрозу для життя і здоров'я великої кількості людей, працівників.

II- категорії належать аварії в яких: - загинуло до 5, чи травмовано від 4 до 10 осіб; 85 - зруйновано будівлі, що створювали загрозу для життя і здоров'я працівників цеху, дільниці (100 осіб і більше). Події природного походження, або результати діяльності природних процесів, які за своєю інтенсивністю, масштабом поширення і тривалістю можуть вразити людей, об'єкти економіки, та довкілля – називаються небезпечними природними явищами. Руйнівне небезпечне природне явище – це стихійне лихо.

Залежно від територіального поширення розрізняють чотири рівні надзвичайних ситуацій: - загальнодержавні, що виникли на території двох і більше областей; - регіональні, що виникли на території двох і більше адміністративних районів; - місцеві, що виходять за межі небезпечного об'єкта, поширюється на довкілля, сусідні населенні пункти; - об'єктові, що виникли на території одного об'єкта і не виходить за його межі.

В Україні розрізняють чотири класи надзвичайних ситуацій: - надзвичайні ситуації техногенного характеру – це транспортні аварії, пожежі, аварії з викидом, раптове руйнування споруд. - надзвичайні ситуації природного характеру – це небезпечні геологічні, метеорологічні природні пожежі та інші явища. - надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру; - надзвичайні ситуації воєнного характеру – це ситуації пов'язані з наслідками застосування зброї масового ураження. Організація життєзабезпечення населення в умовах надзвичайних ситуацій – це комплекс

заходів спрямованих на створення і підтримання нормальних умов життя, здоров'я і працездатності людей. Цей комплекс включає: - управління діяльністю населення при загрозі та виникненню надзвичайної ситуації; - захист населення та територій від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха; 86 - захист продуктів харчування та води від радіаційного, хімічного та біологічного забруднення; - житлове забезпечення і працевлаштування; - комунально-побутове обслуговування; - медичне обслуговування; - навчання населення способам захисту і діям в умовах надзвичайної ситуації; - забезпечення населення інформацією про характер і рівень небезпек; - заходи спрямовані на попередження, запобігання екологічних наслідків надзвичайної ситуації. З метою недопущення загибелі людей, забезпечення нормальної життєдіяльності у надзвичайній ситуації повинно бути проведено сповіщення населення, а якщо необхідно, організовано евакуацію. Евакуація – це організоване виведення чи вивезення населення з небезпечних зон.

Пожежа - це стихійне лихо розповсюдження вогню, який вийшов з під контролю людей і призводить до матеріальної шкоди іноді до загибелі людей. Причини виникнення пожеж: - необережне поводження з вогнем, газом, бензином, несправність електрообладнання; - аварії, катастрофи на підприємствах (недотримання правил пожежної безпеки; - природні явища (удар блискавки, самозагоряння торфу). Пожежна безпека – стан об'єкта при якому виключається можливість виникнення пожежі і впливу на людей небезпечних факторів, а також забезпечення факторів захисту матеріальних цінностей. Загальні вимоги пожежної безпеки: - кожен працівник (студент) повинен знати місце розташування первинних засобів пожежегасіння і вміти ними користуватись, працівники повинні знати правила поведінки при пожежі, шляхи евакуації; - легкозаймисті та горючі речовини дозволяється зберігати у спеціально відведених місцях, у межах їх потреби відповідно до норм; 87 - забороняється розкидати пожеже небезпечні матеріали. Після використання їх треба віднести з приміщення; - у разі виникнення пожежі працівник негайно має повідомити про це пожежну охорону та керівництво і

розпочати ліквідацію пожежі всіма наявними засобами. Пожежні засоби поділяються на: - пожежні автомобілі, пожежні машини; - первинні засоби пожежегасіння (пожежний немеханізований інвентар, інструмент, вогнегасники); - пожежна сигналізація.

Первинні засоби пожежегасіння: - внутрішні крани з пожежними рукавами і стволами; - вогнегасники пінні, вуглекислотні, порошкові; - ящики з піском, бочки з водою; - простирадла азбестові, брезентові; - ручний пожежний інструмент. При виникненні пожежі, або загоранні на будь-якій ділянці підприємства, негайно оголошується пожежна тривога та сповіщається пожежна охорона. Одночасно з повідомленням про пожежу працівник вживає заходів щодо ліквідації пожежі та евакуації людей з приміщення, а також посилення охорони об'єкта. Для гасіння пожежі використовують первинні засоби пожежегасіння, що є на підприємстві.

При виникненні аварійної ситуації електрик зобов'язаний повідомити про це вищестоящому оперативному працівнику і прийняти заходи до локалізації надзвичайної ситуації. У разі нещасних випадках необхідно: для звільнення потерпілого від дії електричного струму напруга повинна бути знята негайно без попереднього дозволу; винести потерпілого в безпечне місце та надати першу (долікарняну) допомогу, визвати швидку допомогу і повідомити керівництво та диспетчера; зберегти на робочому місці ті обставини, під час яких виник нещасний випадок, якщо це не загрожує життю людей. 88 Одним з основних способів захисту є своєчасний і швидкий вивіз або вивід людей з небезпечної зони, тобто евакуація. Вид евакуації визначається видом, характером і умовами НС. Планомірна й екстрена евакуації розрізняються тимчасовими рамками. Екстрена евакуація викликається швидкоплинними процесами накопичення негативних факторів у зоні НС або спочатку високими рівнями цих факторів. В числі заходів щодо захисту персоналу підприємства, які розробляються об'єктовою комісією, зазначаються дії по евакуації працюючої зміни, як у випадку загрози, так і при виникненні НС. Виходячи з прогнозованої можливості виникнення

аварій, катастрофи або стихійного лиха які можуть спричинити за собою людські жертви, завдати шкоди здоров'ю людей, порушити умови їх життєдіяльності, намічаються наступні заходи і тимчасові параметри з евакуації: - визначається вид евакуації (планомірна або екстрена); - проводиться розрахунок робітників і службовців, необхідних для проведення евакуації; - встановлюються заходи щодо безаварійної зупинки виробництва; - намічаються схеми руху евакуйованих із зони НС до пунктів тимчасового розміщення та ін. Із врахуванням аналізу та оцінки ситуації керівник об'єктової комісії з НС може прийняти одне з рішень: - провести евакуацію всередині об'єкта; - вивести персонал за межі об'єкта; - застосувати комбінований метод.

5. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ

5.1 Розрахунок прибутку від монтажу системи вентиляції у теплиці

Ключовим критерієм економічної вигідності від впровадження автоматизованої системи є досягнення і підтримання необхідної температури повітря в закритій ґрунтовій споруді. [13].

Для розрахунку вартості вирощування одного кілограма, наприклад, помідорів, використовується така формула

$$C_o = \Sigma Z / W = (\Sigma Z_{\text{п}} + \Sigma Z_{\text{н}}) / W \quad (5.1)$$

де $\Sigma Z_{\text{п}}$ – прямі витрати, грн.;

$\Sigma Z_{\text{н}}$ – непрямі витрати, грн.;

W – сезонний збір урожаю, кг.

Прямі витрати знаходимо за виразом:

$$\Sigma Z_{\text{п}} = Z_{\text{н}} \quad (5.2)$$

де $Z_{\text{н}}$ – зарплата працівникам, грн.;

$$Z_{\text{н}} = (K_{\text{р}} \times C_{\text{з.п.}} \times K_{\text{р.д.}}) \quad (5.3)$$

де $K_{\text{р}}$ – число робітників;

$C_{\text{з.п.}}$ – заробітна плата за один день, грн.;

$K_{\text{р.д.}}$ – робочі зміни за сезон;

$$Z_{\text{п}} = (2 \times 250 \times 90) = 45000 \text{ грн.} \quad (5.4)$$

Таким чином прямі витрати становитимуть:

$$\Sigma Z_{\text{п}} = 45000 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

Непрямі витрати складають 7...9 % від прямих:

$$\Sigma Z_{\text{н}} = 0,08 \times 45000 = 3600 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Тоді сумарні будуть становити:

$$\Sigma Z = 45000 + 3600 = 48600 \text{ грн.}$$

Обсяг урожаю овочевої продукції знайдемо з виразу:

$$W = W_{\text{доб}} \times K_{\text{р.д.}} \quad (5.7)$$

де $W_{\text{доб}}$ – добовий обсяг продукції, кг.;

$$W = 40 \times 184 = 7350 \text{ кг.}$$

Собівартість кілограма продукції:

$$C_o = 48600 / 7350 = 6,5 \text{ грн} \quad (5.8)$$

Схожим чином, ми обчислюємо витрати на вирощування 1 кілограма помідорів з використанням автоматизованої вентиляційної системи.

Для визначення річних амортизаційних внесків на обладнання використовується наступна математична формула:

$$A_{\text{п}} = (B_o / a_o) + \Pi_{\text{р}} \quad (5.9)$$

де B_o – вартість системи вентиляції + вартість монтажу системи (вартість монтажу близько 8-10 % від ціни обладнання); ціна системи приблизно складе 10000 грн.

a_o – час експлуатації системи;

$\Pi_{\text{р.о.}}$ – вартість технічного обслуговування;

$$A_{\text{п}} = ((10000 + (0,09 \times 10000)) / 36) + 2000 = 2302 \text{ грн.}$$

Прямі затрати дорівнюватимуть річним амортизаційним:

$$\Sigma Z_{\text{п}} = A_{\text{п}} = 2302 \text{ грн.}$$

Непрямі:

$$\Sigma Z_{\text{н}} = 0,08 \times 2302 = 185 \text{ грн.}$$

А сумарні:

$$\Sigma Z = 2302 + 185 = 2487 \text{ грн.}$$

Урожай за сезон:

$$W = K_{\text{р.д.}} \times W_{\text{доб}} \quad (5.10)$$

де $W_{\text{д}}$ – обсяг продукції кг.;

$$W = 184 \times 40 = 7360 \text{ кг}$$

Собівартість:

$$C_o = 2302 / 7360 = 0.37 \text{ грн./кг.}$$

Економія коштів:

$$E_B = (C_0 - C_{01}) \times W, \quad (5.11)$$

$$E_B = (6,5 - 0,37) \times 7360 = 45200 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$T = B_{30} / E_B \quad (5.12)$$

де B_{30} – ціна обладнання, грн.

$$T = 10000 / 45200 = 0,2 \text{ р.}$$

Рівень рентабельності:

$$P_p = (E_B / \Sigma Z) \times 100\%; \quad (5.13)$$

$$P_p = (45200 / 2487) \times 100\% \approx 18 \%$$

Отже запропонована схема автоматизованої системи вентиляції, буде актуальним розв'язком, поставленого завдання.

ВИСНОВКИ

Після аналізу господарської діяльності сільськогосподарського кооперативу який знаходиться у селищі міського типу Сенкевичівка, Луцького району, Волинської області, ми приходимо до висновку, що автоматизація та модернізація є важливими кроками у їх розвитку.

Це господарство входить до числа широко поширених підприємств, які спеціалізуються на вирощуванні овочевих культур. Варто зазначити, що наразі ефективні заходи з енергозбереження у будівлях з закритим ґрунтом мають значний вплив на дану галузь господарської діяльності

Велику увагу слід приділяти використанню відновлювальних джерел енергії для забезпечення потреб споруд з закритим ґрунтом. Ці види енергії можуть ефективно сприяти полегшенню та покращенню експлуатації таких споруд, оскільки теоретично вони можуть робити без залучення енергії людини.

Для вибору та обґрунтування параметрів системи вентиляції у цих спорудах необхідно мати інформацію про їхні технічні характеристики, такі як розміри, об'єм, та площа покриття. Ці дані є важливими вихідними параметрами для розробки електричної схеми автоматизованої системи вентиляції.

Створено систему автоматизованої вентиляції, яка включає чотири потужних приводи з силою $F_{\text{заг}} = 330 \text{ Н} \cdot \text{с}$, Ці приводи призначені для автоматичного відкривання та закривання вікон в теплиці. Управління відбувається від терморегулятора. Всі компоненти електричної схеми підключені до акумуляторної батареї з ємністю 70 А год, і заряджання цієї батареї здійснюється за допомогою сонячної панелі з приблизною номінальною потужністю 100 Вт.

Виконані заходи з охорони праці і довкілля дозволяють створити безпечні умови для праці в сільськогосподарському обслуговуючому кооперативі і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Ця кваліфікаційна робота обговорює спосіб досягнення оптимальної температури повітря в теплиці за допомогою розробленої електричної схеми автоматизованої вентиляційної системи. Вона сприяє зменшенню загальних річних витрат на утримання споруди сільськогосподарського господарства. Приблизний рівень рентабельності цього рішення становить приблизно 12%, і термін окупності даної ініціативи оцінюється приблизно в півроку.

Отже, ця кваліфікаційна робота, яка присвячена досягненню оптимального температурного режиму за допомогою сучасних методик і технологій, є актуальною та має великий потенціал для успішного впровадження. Це важливий крок у розвитку сільського господарства, що варто відзначити.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Мартиненко І. І. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. Київ: Урожай, 1995. 224 с.
2. Даффі Дж. Л., Бекман У.А. Теплові процеси з використанням сонячної енергії. / пер. с англ. - К, 1977 - 429 с.
3. Іваненко В. Ф. Особливості формування енерговитрат на виробництво продукції овочівництва закритого ґрунту. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. Гжицького*. 2011. № 2(48). С. 71–78.
4. Надиров. Н. Відновлювальна енергетика в тепличних технологіях та ін. *Доповіді Національної академії наук Республіки Казахстан*. 2016. № 2. С. 137–144.
5. Надиров Н., Некрасов В., Танирбергенова А., Юсупова М. Теплиці – нові рішення в виробництві продуктів харчування. *Аграрний сектор*. 2011. № 4. С. 89–93.
6. Шишко Г.Г и др. Опалення і вентиляція теплиць./ Г.Г Шишко, В.А, Л.Л Злобин .- К.: «Будівельник», 1984 - с.88-89.
7. Краснянський М.Ю. Енергозабезпечення: навчальний посібник. – К. Видавничий дім «Кондор», 2018 – 136с.
8. Олійник Михайло. Енергоощадність та альтернативні джерела енергії. – К.: Львівська політехніка 2020 – 184с.
9. Гіль Л. С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт. Навчальний посібник / Л. С. Гіль, А. І. Пашковський, Л. Т. Суліма. – Вінниця: Нова Книга. – 2008. – 368 с.
10. Технологічні процеси галузей промисловості: Навч. посібник / Д.М. Колотило, А.Т. Соколовський, С.В. Гарбуз; За наук. ред. Д.М. Колотила, А.Т. Соколовського. - К.: КНЕУ, 2003. – 380 с.
11. Пістун І. П. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. – Суми : Унів. кн., 1999. – 301 с.
12. Сукач М.К. Основи стандартизації: навчальний посібник. – 2-ге

видання, – К. : Видавництво Ліра-К 2017–324с.

13. Поплавський В.Г. Методичні вказівки до економічного обґрунтування дипломних проектів студент факультет механізації с/г. Дубляни, 1983. – 32с.

14. Ришард Титко та Володимир Калініченко: Відновлювальні джерела енергії – Варшава: 2010р – 240с.

15. Статистичні нотатки. Аграрний сектор. *Державна служба статистики України*. 2018. URL: www.ukrstat.gov.ua (дата звернення: 25.09.2020).

16. РТ-0102-Щ2-1-ТО-Р-2РЕ Терморегулятор вимірювач ТОВ "Енергія",2011-2021р.https://www.energo-shop.com/catalog/devices/controllers_rt_0102/Thermostat_meter_rt0102_shch2_2

17. Вентиляція теплиць, природна вентиляція
Подробнее: <https://teplitca.kiev.ua/ua/a84469-ventilyatsiya-teplits-estestvennaya.html>

18. Регулятор температури РТ-0102. Настанова щодо експлуатування. Львів НВО “Термоприлад”

19. Автономна система паркового освітлення ЩСП)75/38. Інформаційний листок. Інститут відновлювальної енергетики.

20. Системи управління мікрокліматом теплиці [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.fito-system.ru/climate-systems>.

21. Сучасні теплиці і парники [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://mexalib.com/read/486014>

22. Приліпка О.В. Інноваційний розвиток ефективного функціонування підприємств закритого ґрунту: теорія, методологія, практика. монографія. К. : ПП Р.К. Майстер-принт, 2008. 336 с.

23. Мартиненко І.І., Головінський Б.Л., Лисенко В.П. та ін. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. К.: Урожай, 1995. 412 с.

24. Буклагіна Г.В. Автоматизація теплиць різних поколінь. Інженерно-технічне забезпечення АПК. Реферативний журнал. 2005. № 4. С. 922.

25. Кошкін Д.Л. Ієрархічна комп'ютеризована система керування врожайністю теплиці. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2015. Вип. 2 (1.2). С. 179–186.

26. Кошкін Д.Л. Математична модель керування мікрокліматом грибною теплиці. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2012. Вип. 1. С. 165–170.