

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему «Проект сільськогосподарської СЕС потужністю 30 кВт»

КРБ.141ЕЕбд_41.01.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
спеціальності 41 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
ступеня вищої освіти бакалавр
групи 41ЕЕбд_41
АТРЕГ'ЄВ Владислав

Керівник: канд. техн. наук, доцент
БИЧКОВ Ярослав

Полтава – 2026 р

Полтавський державний аграрний університет

Кафедра механічної та електричної інженерії

Полтавський державний аграрний університет

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 5 розділів, 3 ілюстрації, 1 таблиця, 0 додатків, 22 джерела посилання, 62 сторінки.

Об'єкт розробки – система електропостачання сільськогосподарського підприємства з використанням відновлюваних джерел енергії.

Предмет розробки – параметри, структура та режими роботи сонячної електростанції потужністю 30 кВт, а також вибір її основного електротехнічного обладнання для тваринницького комплексу з утримання великої рогатої худоби.

Постановка актуальної технічної задачі – аналіз енергоспоживання тваринницького комплексу, оцінка сонячного потенціалу регіону, обґрунтування вибору типу сонячної електростанції, розрахунок очікуваної генерації, здійснення вибору обладнання, оцінка економічної доцільності проєкту та розробка заходів з охорони праці.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – розробка ефективно обґрунтованого рішення для забезпечення економії електроенергії та стабільного функціонування тваринницького комплексу в умовах тривалих перерв в електропостачанні.

Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра – розроблений проєкт може використовуватися для забезпечення безперебійного процесу доїння та охолодження молока на чинних фермах БУХ та для суттєвого зниження загальних витрат на оплату електроенергії.

У першому розділі проведено аналіз сучасного стану сонячної енергетики, розглянуто особливості застосування сонячних електростанцій у сільському господарстві, виконано характеристику об'єкта проєктування та визначено основні параметри електроспоживання тваринницького комплексу.

У другому розділі виконано оцінку сонячного потенціалу регіону, проведено технічне обґрунтування вибору обладнання, визначено спосіб встановлення сонячних панелей, розраховано очікувану генерацію електроенергії та сформовано комплектацію гібридної сонячної електростанції потужністю 30 кВт.

У третьому розділі розглянуто умови експлуатації сонячної електростанції, проаналізовано вплив факторів навколишнього середовища на роботу обладнання, досліджено технологічні процеси тваринницького комплексу та проведено аналіз електроспоживачів об'єкта.

У четвертому розділі розраховано капітальні витрати на встановлення СЕС.

У п'ятому розділі наведено заходи з охорони праці та електробезпеки під час монтажу й експлуатації сонячної електростанції, а також розглянуто питання цивільного захисту та безпеки експлуатації електрообладнання.

Практичні результати роботи – розроблено проєкт побудови сонячної електростанції потужністю 30 кВт для тваринницького комплексу, визначено її основні технічні параметри, виконано розрахунок генерації електроенергії та обґрунтовано економічну ефективність впровадження.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – впровадження запропонованої сонячної електростанції для підвищення надійності електропостачання тваринницьких комплексів, зменшення залежності від централізованих мереж та скорочення витрат на електроенергію.

Інформація щодо впровадження та профільні публікації здобувача: З теми кваліфікаційної роботи здійснено публікацію: Бичков Я. М., Атреп'єв В. О. Проєкт домогосподарської СЕС потужністю 30 кВт. Проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування : матеріали VIII всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 04 груд. 2025 р.). Полтава : ПДАУ, 2025. С. 151-153.

Сфера застосування результатів роботи – тваринницькі ферми, сільськогосподарські підприємства та інші об'єкти агропромислового комплексу, що потребують підвищення енергоефективності та використання відновлюваних джерел енергії.

Відомості про склад графічної частини:

Ілюстраційна частина проєкту становить 10 аркушів: добове споживання е/е користувачем (1 аркуш); порівняльна характеристика схем підключення

сонячних електростанцій (1 аркуш); надходження сонячної енергії на горизонтальну поверхню у Полтавській області (1 аркуш); потенціал сонячної енергетики (1 аркуш); вартість сонячних електростанцій, євро/кВт (1 аркуш); порівняння різних видів фотоелектричних модулів (1 аркуш); схема з'єднання панелей (1 аркуш); схема розміщення електротехнічного обладнання СЕС (1 аркуш); відповідність потужностей ламп (1 аркуш); основні електроспоживачі корівника (1 аркуш).

Текст пояснювальної записки кваліфікаційної роботи пройшов перевірку на плагіат за допомогою сервісу StrikePlagiarism і є оригінальним. Унікальність тексту становить 96,51%.

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт гібридної сонячної електростанції потужністю 30 кВт для забезпечення електропостачання тваринницького комплексу. Проведено аналіз електроспоживання об'єкта та визначено основні режими роботи електрообладнання. Виконано оцінку сонячного потенціалу Полтавської області та обґрунтовано доцільність використання сонячної енергії для потреб фермерського господарства.

У роботі здійснено вибір типу сонячної електростанції, визначено склад основного обладнання та розроблено схему підключення фотоелектричних модулів. Проведено розрахунок очікуваної річної генерації електроенергії, визначено необхідну кількість сонячних панелей та площу їх розміщення. Також виконано оцінку економічної ефективності проєкту та визначено перспективи його практичного впровадження.

Окрему увагу приділено питанням надійності експлуатації обладнання, умовам його роботи та заходам з охорони праці під час монтажу й обслуговування сонячної електростанції.

Отримані результати можуть бути використані при проєктуванні систем електропостачання тваринницьких комплексів та інших сільськогосподарських об'єктів із застосуванням відновлюваних джерел енергії.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ФОТОЕЛЕКТРИЧНИЙ МОДУЛЬ, ГІБРИДНА СЕС, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ТВАРИННИЦЬКИЙ КОМПЛЕКС, ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА, ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ГЕНЕРАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.

ANNOTATION

This thesis presents a design for a 30 kW hybrid solar power plant to supply electricity to a livestock complex. An analysis of the facility's electricity consumption was carried out and the main operating modes of the electrical equipment were determined. An assessment of the solar potential of the Poltava region was performed, and the feasibility of using solar energy for the needs of the farm was substantiated.

The thesis involves selecting the type of solar power plant, determining the composition of the main equipment, and developing a connection diagram for the photovoltaic modules. The expected annual electricity generation was calculated, the required number of solar panels and the area for their installation were determined. An assessment of the project's economic efficiency was also carried out, and the prospects for its practical implementation were identified.

Particular attention was paid to issues of equipment reliability, operating conditions and health and safety measures during the installation and maintenance of the solar power plant.

The results obtained can be used in the design of power supply systems for livestock complexes and other agricultural facilities utilising renewable energy sources.

KEYWORDS: SOLAR POWER PLANT, PHOTOVOLTAIC MODULE, HYBRID SOLAR POWER PLANT, ELECTRICITY SUPPLY, LIVESTOCK COMPLEX, RENEWABLE ENERGY, ENERGY SUPPLY, ELECTRICITY GENERATION.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ СЕС	10
1.1 Сучасний стан енергозабезпечення аграрних підприємств	10
1.2 Проблеми традиційного електропостачання у сільському господарстві	10
1.3 Використання відновлюваних джерел енергії у аграрному секторі	11
1.4 Особливості електроспоживання тваринницьких комплексів	12
1.5 Переваги застосування гібридних сонячних електростанцій	13
Висновок до розділу 1	13
2 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ТА ЙОГО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ	15
2.1 Загальна характеристика об'єкта	15
2.2 Оцінка сонячного потенціалу регіону	24
2.3 Технічне обґрунтування вибору обладнання	26
2.4 Комплектація сонячної електростанції	30
2.5 Вибір способу встановлення сонячних панелей	30
2.6 Розрахунок генерації електроенергії	32
Висновок до розділу 2	35
3 УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	35
3.1 Умови навколишнього середовища	37
3.2 Аналіз технологічних процесів	38
3.3 Аналіз електроспоживачів	39
Висновок до розділу 3	45
4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	47
4.1 Визначення капітальних втрат	47
Висновок до розділу 4	49
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	51
5.1 Аналіз небезпечних факторів та екологічна безпека	51
5.2 Електробезпека	53
5.3 Пожежна безпека	55
5.4 Захист від блискавки	56
Висновок до розділу 5	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	58
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	60

					КРБ.141EE6d_41.01.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Зміст			
Розроб.	Атрел'єв В.О.							
Перевір.	Бичков Я.М.							
Н.контр.	Бичков Я.М.				ПДАУ 2026			
Затв.	Попов С.В.							

ВСТУП

Традиційні джерела енергії у сучасних умовах мають обмежений ресурс, тому перехід до альтернативних джерел сприяє збереженню енергетичного потенціалу країни. Одним з найдоцільніших напрямів серед відновлюваних джерел енергії є сонячна енергетика, зокрема для аграрного сектору. Сільськогосподарські господарства потребують значної кількості електроенергії та мають площі для встановлення фотоелектричних модулів. Експлуатація фотоелектричних панелей дає можливість генерувати власну електроенергію і зменшує залежність від централізованих електромереж. Розвиток та функціонування об'єктів сонячної енергетики в Україні здійснюється відповідно до вимог Закону України «Про ринок електричної енергії» [1].

Об'єкт розробки: проєкт сільськогосподарської сонячної електростанції потужністю 50 кВт.

Предмет розробки: сонячна електростанція для тваринницького комплексу з утриманням великої рогатої худоби.

Мета кваліфікаційної роботи: розробка ефективно обгрунтованого рішення для забезпечення економії електроенергії та стабільного функціонування тваринницького комплексу у умовах тривалих перерв у електропостачанні.

Завдання роботи:

- Проаналізувати енергоспоживання тваринницького комплексу.
- Оцінити сонячний потенціал регіону.
- Обгрунтувати вибір типу сонячної електростанції.
- Розрахувати очікувану генерацію.
- Здійснити вибір обладнання.
- Оцінити економічну доцільність проєкту.
- Розробити заходи з охорони праці.

Технічне завдання: проєктування гібридної сонячної електростанції, яка складається з сонячних панелей (фотоелектричні модулі), гібридного інвертора,

						Арк.
						8
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи кріплень, кабелів та захисної автоматики, а також системою накопичення електричної енергії (акумуляторних батарей).

Наукова новизна: вибір параметрів та удосконалення методик проектування гібридної сонячної електростанції для забезпечення стабільного та безперебійного живлення під час тривалих перерв у роботі електромережі з раціональним використанням ємності акумуляторних батарей..

Практичне значення: розроблений проект може використовуватися для безперебійної роботи систем доїння та охолодження молока на фермах ВРХ та для суттєвого зниження загальних витрат на оплату електроенергії.

Методи дослідження: методи системного аналізу, порівняльний аналіз обладнання та методи інженерних розрахунків для підбору оптимальної сонячної електростанції.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ СЕС

1.1 Сучасний стан енергозабезпечення аграрних підприємств

Стабільність роботи системи енергозабезпечення – один із визначальних чинників стабільної роботи сільськогосподарських підприємств.

У сучасних умовах аграрного виробництва електроенергія використовується для забезпечення безперебійного живлення устаткування, освітлення, вентиляції, систем водопостачання. Особливо жорсткі вимоги щодо надійності електроживлення характерні для тваринницьких комплексів, де виробничі процеси безперервні та впливають на життєзабезпечення тварин.

Стабільна подача електроенергії є вкрай важливою. При короткочасних відключеннях можуть бути технологічні збої, які здатні, у свою чергу, знизити продуктивність та погіршити умови утримання тварин.

Запровадження сучасного обладнання (автоматизація систем керування та контроль мікроклімату) збільшує енергоємність підприємств та посилює залежність від стабільної подачі електричної енергії. У зв'язку з цим забезпечення надійності та енергонезалежності набуває особливого значення. [2, 3].

1.2 Проблеми традиційного електропостачання у сільському господарстві

Традиційне живлення електроенергією більшості аграрних підприємств здійснюється від централізованих електричних мереж, які не завжди забезпечують стабільний рівень надійності та якості електроенергії.

Суттєва проблема – часті перебої у енергомережі, зумовлені аваріями у мережах, несприятливими погодними умовами чи перевантаженням електричних мереж.

						Арк.
						10
Змн.	Джк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нестабільність напруги – один із негативних чинників, який впливає на роботу електрообладнання. Коливання напруги можуть викликати збої у роботі автоматизованих систем, прискорення зношення електродвигунів і спричиняти пошкодження електронних компонентів.

Для тваринницьких господарств це небезпечно, адже несправність вентиляційних систем або установок охолодження молока може призвести до значних виробничих збитків.

Постійне підвищення тарифів на електричну енергію також є суттєвою проблемою, бо призводить до істотного зростання собівартості аграрної продукції. Значні витрати на електроенергію знижують рівень економічної ефективності фермерських підприємств та обмежують їхні перспективи подальшого розвитку.

Аварійні відключення електричної енергії можуть мати надзвичайно негативний вплив для тваринницьких ферм. У разі припинення енергопостачання перестають працювати доїльні установки, вентиляція, освітлення, водопостачання. У результаті це стає причиною стресу у тварин, зниження їх продуктивності та погіршення санітарних умов утримання. [4]

1.3 Використання відновлюваних джерел енергії в аграрному секторі

З огляду на наведені вище проблеми, все більшій актуальності набувають відновлювальні джерела енергії, зокрема сонячна енергетика. Використання таких джерел сприяє зменшенню залежності підприємств від централізованого постачання електроенергії, підвищенню рівня надійності енергозабезпечення та зниженню витрат на електричну енергію [5].

Сонячні електростанції – один із найперспективніших напрямів енергозабезпечення для сільського господарства. Ефективність використання обумовлена великими площами дахів виробничих будівель, придатних для розміщення фотоелектричних модулів.

Споживання електроенергії на фермах добре узгоджується з часом генерації сонячної енергії, оскільки більша частина процесів виконуються вдень.

						Арк.
						11
Змн.	Джк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання сонячних електростанцій дозволяє не лише забезпечити покриття власних потреб, а й підтримувати резервне живлення у умовах відключення енергопостачання.

Таким чином, використання відновлювальних джерел енергії у аграрному секторі – один із найефективніших способів удосконалення функціонування та надійності роботи сільськогосподарських підприємств [6].

1.4 Особливості електроспоживання тваринницьких комплексів

Електроспоживання тваринницьких комплексів є нерівномірним і залежить від особливостей роботи технологічного обладнання. Найбільші навантаження формуються у ранкові та вечірні години, коли відбувається доїння, годування тварин та обслуговування приміщень.

До основних електроспоживачів тваринницьких ферм належать: доїльні установи, системи охолодження молока, водяні насоси, освітлення та системи керування. Циклічність їх роботи спричиняє формування пікових навантажень у певні проміжки доби.[7]

Ключове завдання – забезпечення безперебійного живлення електроенергії до систем вентиляції та охолодження молока. Збої у їх роботі призводить до перегріву виробничих приміщень, погіршення умов утримання тварин та втрати якості продукції.

У нічний період електроспоживання фермерського господарства зменшується і пов'язане, у основному, з освітленням, системами контролю та автоматикою.

У підсумку, специфіка споживання електричної енергії на тваринницьких комплексах потребує застосування надійних систем електроживлення, здатних забезпечити покриття пікових навантажень і безперебійну роботу обладнання.

						Арк.
						12
Змн.	Друк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Переваги застосування гібридних сонячних електростанцій

Гібридні сонячні електростанції поєднують функціонал мережових та автономних систем, дозволяючи забезпечити стабільну подачу електроенергії за різних умов роботи. Основною перевагою є можливість роботи як від сонячних панелей, так і від електромережі чи акумуляторів.

У денний час, коли рівень сонячної активності є найвищим, гібридна СЕС забезпечує електроживлення споживачів за рахунок власної генерації, зменшуючи залежність від споживання електроенергії з мережі. Надлишкова енергія накопичується у акумуляторних батареях для подальшого використання у періоди зниження або відсутності генерації.

У разі припинення подачі електроенергії гібридна СЕС автоматично переходить у автономний режим, використовуючи накопичену енергію. Особливо важливим це є для тваринницьких комплексів, де потрібно забезпечити безперервну роботу основного обладнання.

Основні переваги гібридних СЕС – зниження витрат на електроенергію, підвищення рівня енергонезалежності підприємства, можливість організації резервного живлення. Використання таких систем забезпечує безперервність виробничих процесів і підвищує ефективність функціонування аграрних господарств. [2, 8].

Висновок до розділу 1

Аналіз показав, що тваринницькі об'єкти характеризуються значним і нерівномірним рівнем споживання, і залежать від стабільного постачання електричної енергії.

Традиційні системи живлення не завжди забезпечують високий рівень стабільності, що зумовлює потребу у використанні альтернативних джерел енергії.

Застосування сонячних електростанцій сприяє зміцненню енергонезалежності фермерських господарств, зниження експлуатаційних витрат

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та забезпечення резервного живлення. Найбільш ефективне рішення – гібридні СЕС, які поєднують функції генерації, накопичення та використання електроенергії.

Таким чином, застосування сонячної електростанції для тваринницького комплексу – технічно обгрунтоване і актуальне рішення. Це потребує подальшого аналітичного дослідження конкретного об'єкта з метою визначення параметрів та ефективності проєктованої системи електроживлення.

						Арк.
Змн.	Кор.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ТА ЙОГО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

2.1 Загальна характеристика об'єкта

Назва підприємства: Приватне сільськогосподарське підприємство «Дружба».

Тип об'єкта: Тваринницький комплекс (корівник).

Адреса: Україна, 38852, Полтавська обл., Полтавський р-н, с. Вільхуватка, вулиця НАГРНА, будинок 81 [9].

Річне споживання варіюється від 32000 до 35000 кВт·год електроенергії на рік.

Мінімальне та максимальне місячне споживання електроенергії фермою у кВт·год :

$$W_{\min. \text{ міс.}} = \left(\frac{W_{\min.}}{12} \right) = \left(\frac{32000}{12} \right) = 2666,7 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.1)$$

де $W_{\min. \text{ міс.}}$ – мінімальне споживання електроенергії фермою за місяць.

$W_{\min.}$ – мінімальне споживання електроенергії фермою за рік.

$$W_{\max. \text{ міс.}} = \left(\frac{W_{\max.}}{12} \right) = \left(\frac{35000}{12} \right) = 2916,7 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.2)$$

де $W_{\max. \text{ міс.}}$ – максимальне споживання ферми за місяць.

$W_{\max.}$ – максимальне споживання електроенергії фермою за рік.

Добове споживання ферми електроенергії за добу:

$$W_{\min. \text{ доба}} = \left(\frac{W_{\min. \text{ міс.}}}{30} \right) = \left(\frac{2666,7}{30} \right) = 88,89 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.3),$$

$$W_{\max. \text{ доба}} = \left(\frac{W_{\max. \text{ міс.}}}{30} \right) = \left(\frac{2916,7}{30} \right) = 97,22 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.4)$$

					Арк.
					15
Змн.	Дук.	№ докум.	Підпис	Дата	

де $W_{\text{min. доба}}$ – мінімальне споживання ферми за добу, кВт·год.

$W_{\text{max. доба}}$ – максимальне споживання ферми за добу, кВт·год.

Середнє споживання електроенергії ферми за добу:

$$W_{\text{сер/доба}} = \left(\frac{W_{\text{min. доба}} + W_{\text{max. доба}}}{2} \right) = \left(\frac{88,89 + 97,22}{2} \right) = 93,06 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.5)$$

де $W_{\text{сер/доба}}$ – середнє споживання за добу.

Далі наведено формули розподілу середнього добового споживання електроенергії по часових інтервалах фермою:

Ранковий період навантаження (05:00 – 09:00):

$$W_{\text{morning}} = W_{\text{сер/доба}} \cdot 30\% = 93,06 \cdot 0,3 = 27,918 \text{ кВт} \quad (2.6)$$

де W_{morning} – ранковий період навантаження.

30% – розподіл середнього добового споживання електричної енергії за періодами у %.

У ранковий період спостерігається інтенсивне електроспоживання, пов'язане з роботою доїльних установок і допоміжного обладнання. У цей час генерація СЕС є низькою, тому електроживлення здійснюється за допомогою мережі або акумуляторних батарей.

Денний період навантаження (09:00 – 17:00):

$$W_{\text{day}} = W_{\text{сер/доба}} \cdot 30\% = 93,06 \cdot 0,3 = 27,918 \text{ кВт} \quad (2.7)$$

де W_{day} – денний період навантаження.

					Арк.
					16
Змн.	Джк.	№ докум.	Підпис	Дата	

30% – розподіл середнього добового споживання електричної енергії за періодами у %.

Протягом дня електроживлення має відносно рівномірний характер, пов'язаним з роботою вентиляційних систем, опаленням для охолодження молока та водопостачання.

У цей період СЕС працює з максимальною потужністю, забезпечуючи ефективну узгодженість між процесами виробництва і споживання електроенергії та підвищуючи ефективність використання СЕС.

Вечірній період максимального навантаження (17:00 – 21:00):

$$W_{\text{evening}} = W_{\text{сер/доба}} \cdot 35\% = 93,06 \cdot 0,35 = 32,571 \text{ кВт} \quad (2.8)$$

де W_{evening} – вечірній період максимального навантаження.

35% – розподіл середнього добового енергоспоживання за періодами у %.

У вечірній час електроспоживання зростає, обумовлене проведенням вечірнього доїння, тоді як генерація СЕС зменшується. Це обґрунтовує використання акумуляторних батарей або мережі для покриття навантаження.

Нічний період мінімального навантаження (21:00 – 05:00):

$$W_{\text{night}} = W_{\text{сер/доба}} \cdot 5\% = 93,06 \cdot 0,05 = 4,653 \text{ кВт} \quad (2.9)$$

де W_{night} – нічний період мінімального навантаження.

5% – розподіл середнього добового енергоспоживання за періодами у %.

У нічний період електроспоживання фермерського господарства є мінімальним та обумовлене роботою освітлення, систем автоматизації та контролю.

Генерація СЕС у нічний час відсутня, тому система живлення здійснює постачання електроенергії від мережі або акумуляторних батарей.

З урахуванням аналізу умов експлуатації, необхідної встановленої потужності електростанції та добового споживання електроенергії корівником (рис.

					Арк.
					17
Змн.	Джк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.1), ще один важливий етап – це визначення структури системи та підбір основного обладнання.

У зв'язку з цим далі наведено комплектацію гібридної сонячної електростанції потужністю 30 кВт.



Рисунок 2.1 – Добове споживання е/е корівником [8]

Після визначення основних характеристик об'єкта та аналізу особливостей його електроспоживання необхідно обрати найбільш доцільну схему підключення сонячної електростанції. Існують різні варіанти підключення СЕС: гібридна, мережева, автономна. Для обґрунтування вибору оптимальної схеми підключення наведено порівняльну характеристику варіантів (табл. 2.1).

Гібридна СЕС – комбінована система електропостачання яка поєднує можливості автономної та мережевої генерації електроенергії. Така система дозволяє виробляти електричну енергію тим самим сприяє ефективному використанню відновлювальних джерел енергії та створює резерв енергопостачання у разі відключення основної мережі відтак підвищує стабільність роботи системи живлення споживачів.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика схем підключення сонячних електростанцій [10]

Параметр	Мережева СЕС	Автономна СЕС	Гібридна СЕС
Підключення до електромережі	Підключена	Відсутнє	Підключена
Наявність акумуляторів	Відсутні	Обов'язкові	Обов'язкові
Робота при відключенні електромережі	Не працює	Працює	Працює
Вартість встановлення	Низька	Висока	Середня
Енергетична незалежність	Низька	Висока	Часткова
Складність системи	Низька	Висока	Середня
Сфера застосування	Об'єкти з мережею	Віддалені об'єкти	Об'єкти з резервом

Особливість гібридної сонячної електростанції – працювати у декількох режимах. А саме:

- мережевому режимі;
- автономному режимі;
- змішаному режимі;

Мережевий режим: електроенергія виробляється для потреб споживачів, а надлишок передається у електромережу.

Автономний режим: накопичення електроенергії у сонячних батареях з можливим використанням при відсутності електропостачання.

Змішаний режим: одночасне використання мережі та акумуляторів системою, забезпечуючи стабільну подачу електроенергії.

Склад гібридної СЕС:

- Фотоелектричні модулі.
- Гібридний акумулятор.
- Акумуляторні батареї.
- Системи захисту та автоматики.
- Системи моніторингу та керування.
- Комутаційне обладнання.

Завдяки такій структурі система функціонує надійно та сприяє стабільному електропостачанню споживачів.

Основний елемент гібридної СЕС – інвертор. Втілює перетворення електроенергії та управляє потоками між сонячними панелями, акумуляторами та електромережею.

Принцип роботи гібридної СЕС:

- Перетворення сонячної енергії у електричну.

Отримана електроенергія надходить до гібридного інвертора, де перетворюється у змінний струм та розподіляється між споживачами, акумуляторними батареями та електромережею.

У денний період електроенергія використовується для живлення навантаження та заряджання акумуляторів, у нічний період – для живлення використовується електроенергія з акумуляторних батарей або зовнішньої мережі.

Основні переваги гібридної СЕС:

- Стабільне та безперервне електропостачання.
- Зниження витрат на оплату електроенергії.
- Підвищення рівня автономності електроживлення.
- Можливість продажу надлишкової електричної енергії.
- Високе та ефективне використання відновлювальних джерел енергії.

Основні недоліки СЕС:

- Значна початкова вартість обладнання.

						Арк.
						20
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Надходження сонячної енергії на горизонтальну поверхню у Полтавській області [10].

Область	Радіація кВт.г од/м ²	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XII	XIII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Полтавська	S	8,15	16,3	32,59	50,05	80,32	97,78	97,78	84,97	44,87	23,28	10,48	4,66
	D	18,63	26,77	47,72	68,68	73,33	74,5	9,15	57,04	48,89	31,43	15,13	13,97
	S+D	26,77	43,07	80,32	118,73	153,65	172,08	176,93	142,01	104,76	54,71	25,61	18,63

S+D – загальна сонячна радіація (сума прямої та розсіяної енергії).

Нижченаведена таблиця відображає прогнозний потенціал розвитку сонячної енергетики у Україні 2030 та 2050 років та демонструє значне зростання встановленої потужності як наземних так і дахових електростанцій (табл.2.3).

Таблиця 2.3 –Потенціал сонячної енергетики, ГВт [10]

	2030	2050
Для наземних електростанцій	16	90
Для дахових електростанцій	5	36

З таблиці 2.3 видно, що до 2050 року прогнозується суттєве зростання встановлених потужностей сонячної енергетики, особливо для наземних електростанцій. Це може свідчити про перспективність розвитку сонячної енергетики та її важливу роль у забезпеченні енергетичної незалежності та доцільність її впровадження. Потужність наземних електростанцій може зрости з 16 до 90 ГВт, а дахових – з 5 до 36 ГВт. Такі показники свідчать про важливу роль сонячної енергетики у забезпеченні енергетичної незалежності. Оптимістичні прогнози підтверджують доцільність подальшого впровадження та розширення використання сонячних електростанцій у структурі національної енергосистеми.

У таблиці 2.4 наведено зміни вартості встановлення наземних та дахових електростанцій у період з 2015 до 2050 року (табл.2.4).

Таблиця 2.4 – Вартість сонячних електростанцій, євро/кВт [10]

	2015	2020	2030	2050
Наземні	1300	750	700	475
Дахові	1700	800	750	510

Згідно з таблицею 2.4 вартість сонячних електростанцій до 2050 поступово зменшується, що свідчить про розвиток технологій та підвищення економічної доцільності їх впровадження.

Після вибору схеми підключення сонячної електростанції визначають основні параметри її роботи. Серед них є річна генерація електроенергії, яка використовується для подальших розрахунків.

Річна генерація СЕС:

$$E_{\text{ген}} = P_{\text{вст}} \cdot H_p \cdot PR = 30 \cdot 994 \cdot 0,8 = 23856 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (2.10)$$

де $E_{\text{ген}}$ – кількість електроенергії, яку виробляє ферма для подальшого використання.

$P_{\text{вст}}$ – максимальна потужність СЕС, у кВт.

H_p – кількість годин сонячної генерації.

PR – коефіцієнт втрат у системі.

Монтажна система для кріплення сонячних панелей

- Профіль монтажний 41×41 – загальною довжиною 108 м.
- Комплект кріплень – 13 шт.
- Обойми діаметром 50 мм – 25 шт.
- Притискні елементи: проміжні – 100 шт., кінцеві – 8 шт.
- Кріпильні елементи (болти, гайки) відповідно до монтажних вимог.

Кабельна продукція

- Сонячний кабель постійного струму – 250 м.
- Силовий кабель типу ВВГ 4×10 мм² – 10 м.
- Гофровані труби діаметром 50 мм – 24 м.
- Гофровані труби діаметром 25 мм – за фактичною потребою.

Система електричного захисту та комутації

- Автоматичні вимикачі – 2 шт. номіналом 63 А.
- Обмежувачі перенапруг (ОПН) – 3 шт.
- Запобіжники захисту ланцюгів постійного струму – 4 шт.
- Щит сонячної комутації (СКІМ) з необхідними компонентами.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2.2 Оцінка сонячного потенціалу регіону

Даний об'єкт знаходиться у Полтавській області, яка, у свою чергу, належить до зони помірно-континентального клімату, що характеризується достатньою кількістю опадів та гарною сонячною інсоляцією, що є важливим для СЕС, у тому числі і для потреб сільського господарства.

Рівень інсоляції у Полтавській області становить 975 – 1013 кВт·год/м²·рік [11].

Діапазон мінімальної і максимальної місячної інсоляції становить:

$$H_{\min \text{ mon } 1} = \frac{H_{\min}}{12} = \frac{975}{12} = 81,25 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \cdot \text{міс} \quad (2.11)$$

де $H_{\min \text{ mon } 1}$ – мінімальна середньомісячна інсоляція за місяць.

$H_{\min}$ – мінімальна місячна інсоляція.

$$H_{\max \text{ mon } 2} = \frac{H_{\max}}{12} = \frac{1013}{12} = 84,42 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \cdot \text{міс} \quad (2.12)$$

де $H_{\max \text{ mon } 2}$ – максимальна середньомісячна інсоляція за місяць.

$H_{\max}$ – максимальна місячна інсоляція.

Середньомісячна інсоляція:

$$H_m = \frac{H_{\min \text{ mon } 1} + H_{\max \text{ mon } 2}}{2} = \frac{81,25 + 84,42}{2} = 82,835 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \cdot \text{міс} \quad (2.13)$$

де H_m – середньомісячна інсоляція.

Діапазон мінімальної і максимальної добової інсоляції:

$$H_{d \min} = \frac{H_{\min \text{ mon } 1}}{30} = \frac{81,25}{30} = 2,71 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \cdot \text{доба} \quad (2.14),$$

					Арк.
Змн.	Кріп.	№ докум.	Підпис	Дата	24

$$H_{d \max} = \frac{H_{\max \text{ mon } 2}}{30} = \frac{84,42}{30} = 2,81 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \cdot \text{доба} \quad (2.15)$$

де $H_{d \min}$ – мінімальна середньодобова інсоляція.

$H_{d \max}$ – максимальна середньодобова інсоляція.

Середньодобова інсоляція:

$$H_d = \frac{H_{d \min} + H_{d \max}}{2} = \frac{2,71 + 2,81}{2} = 2,76 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \cdot \text{доба} \quad (2.16)$$

де H_d – середньодобова інсоляція.

Максимум генерації буде у період з квітня по вересень, коли сонячна активність є високою. Мінімум – з грудня по січень, коли сонячна активність низька.

Для забезпечення максимальної ефективності роботи рекомендоване встановлення сонячних панелей на південь, що дозволяє отримати найбільший річний виробіток електроенергії. Кут нахилу даху на цій фермі приблизно становить 39-44°, що є близьким до оптимальних умов ефективної роботи сонячної електростанції.

Відхилення орієнтації становить $\pm 15^\circ$, а втрати генерації не більше 5% (що є типовим для реальних експлуатаційних умов).

Основні типи сонячних фотоелектричних модулів:

- Монокристалічні кремнієві сонячні панелі.
- Полікристалічні кремнієві фотоелектричні панелі.
- Тонкоплівкові фотомодулі.

Сучасні фотоелектричні елементи системи поділяються на три основні типи: монокристалічні, полікристалічні та тонкоплівкові. Вони відрізняються між собою за рівнем ефективності, вартістю, терміном служби та сферою застосування. Найбільш ефективними є монокристалічні модулі, тоді як тонкоплівкові

характеризуються нижчою ефективністю, але мають переваги у гнучкості та вартості (табл.2.5).

Таблиця 2.5 – Порівняння різних видів фотоелектричних модулів.[10]

	ККД	Переваги	Недоліки
Монокристалічні кремнієві фотоелектричні панелі	18 – 23 %	1. Менша площа установки. 2. Висока потужність на 1м ² . 3. Термін служби (25 – 30 років).	Висока вартість у порівнянні з іншими типами фотоелектричних модулів.
Полікристалічні кремнієві фотомодулі.	15 – 18 %	1. Нижча вартість. 2. Стійка робота при високих температурах.	1. Більша площа установки. 2. Нижчий ККД. 3. Менша ефективність при поганій погоді.
Тонкоплівкові сонячні панелі	10 – 13 %	1. Невелика маса. 2. Краще працюють при затіненні чи при розсіяному світлі.	1. Велика площа установки. 2. Найнижчий ККД. 3. Менший термін служби.

2.3 Технічне обґрунтування вибору обладнання

Проектом передбачено монтаж фотоелектричних модулів сонячної електростанції потужністю 30 кВт на даху кооператива з використанням стаціонарної монтажної системи.

Цей варіант монтажу є найбільш оптимальним з урахуванням площі покрівлі, конструктивних особливостей будівлі та її розташування.

➤ Матеріал покрівлі – профнастил.

Переваги профнастилу:

- Мала вага (4 – 7 кг/м²).
- Довговічність (20 – 30 років).
- Широке використання у с/г господарстві.

- Придатність для встановлення сонячних панелей.
- Висока міцність конструкції.

Розглянута конструкція:

- Відрізняється енергоефективністю.
- Характеризується простотою монтажу.
- Забезпечує високу надійність системи. [12]

Основні вимоги до монтажу фотоелектричних модулів:

- Орієнтація на південь. Максимальна генерація електроенергії
- Кут нахилу 39–44° є оптимальним для умов Полтавської області та сприяє досягненню максимальної ефективності роботи СЕС.

– Забезпечення максимально перпендикулярного падіння сонячних променів на поверхню панелей.

- Відсутність затінення фотоелектричних модулів;
- Використання захисного обладнання для захисту від перевантажень
- Стійкість конструкції до погодних умов для довготривалої експлуатації системи.

Мета даного розрахунку: визначення очікуваної річної генерації електроенергії СЕС потужністю 30 кВт з урахуванням кліматичних умов Полтавської області.

Вихідні дані для розрахунку:

- Встановлена потужність СЕС — 30 кВт;
- Середньорічна інсоляція Полтавської області:

$$I_{\text{сер}} = \frac{I_{\text{min}} + I_{\text{max}}}{2} = \frac{975 + 1013}{2} = 994 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \cdot \text{рік} \quad (2.17)$$

де $I_{\text{сер}}$ – Середньорічна інсоляція Полтавської області

I_{min} – мінімальна інсоляція Полтавської області;

I_{max} – максимальна інсоляція Полтавської області.

Коефіцієнт продуктивності ($K_{\text{п}}$) = 0,8.

						Арк.
Змн.	Ажк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Коефіцієнт продуктивності враховує технологічні втрати, які виникають через:

Втрати електроенергії можуть виникати внаслідок:

- Нагрів фотоелектричних модулів;
- Забруднення поверхні;
- Старіння обладнання;
- Відхилення від оптимального кута;
- Сезонність генерації.

Розрахунок очікуваної річної генерації

Очікувана річна генерація електроенергії визначається за формулою:

$$E_{\text{ген}} = P_{\text{уст}} \cdot H \cdot K_{\text{п}} = 30 \cdot 994 \cdot 0,8 = 23\,856 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \quad (2.18)$$

де $E_{\text{ген}}$ – очікувана річна генерація електроенергії.

$P_{\text{уст}}$ – встановлена потужність СЕС, кВт.

H – середньорічна інсоляція, кВт·год/м²·рік.

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт продуктивності.

Річна економія визначається за формулою:

$$S = E_{\text{ген}} \cdot C = 23\,856 \cdot 4,32 = 103\,057,92 \text{ грн/рік} \quad (2.19)$$

де S – річна економія, грн/рік.

$E_{\text{ген}}$ – річна генерація, кВт·год/рік.

C – тариф на електроенергію, грн/кВт·год.

При тарифі 4,32 грн/кВт·год:

Термін окупності визначається за формулою:

						Арк.
						28
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = \frac{K}{S} = \frac{712\,663}{103\,057,92} = 6,92 \text{ роки або } \approx 6 \text{ років } 11 \text{ місяців} \quad (2.20)$$

де T – термін окупності, років.

K – капітальні витрати, грн.

S – річна економія, грн/рік.

Гібридна схема підключення дозволяє реалізувати резервне живлення та стабільність роботи системи системи.

Обґрунтування вибору схеми підключення

Для забезпечення роботи сонячної електростанції гібридна схема підключення є найбільш доцільним варіантом, завдяки:

- Можливості резервного електропостачання критичних об'єктів.
- Оптимальне співвідношення між надійною та економічною доцільністю.
- Простота експлуатації.

Відповідність встановленій потужності 30 кВт.

Дана схема є оптимальним варіантом для умов фермерського господарства.

Аналіз режиму електроспоживання

Мета побудови добового графіка є:

- Аналіз характеру навантаження електрообладнання.
- Визначення пікових періодів навантаження.
- Оцінка відповідності генерації потребам фермерського господарства
- Оцінка відповідності генерації СЕС.

Оптимізації використання електричної енергії.

Проведений аналіз підтверджує доцільність застосування гібридної сонячної електростанції потужністю 30 кВт для зменшення витрат на електроенергію для забезпечення потреб фермерського господарства.

					Арк.
					29
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

2.4 Комплектація сонячної електростанції

Режим споживання електроенергії на тваринницькому комплексі має нерівномірний характер та залежить від режиму роботи обладнання.

Основне споживання електроенергії припадає на ранкові та вечірні години, що пов'язане з роботою систем освітлення, вентиляції, годування, водопостачання та допоміжним обладнанням.

Протягом доби навантаження на фермі може мати нерівномірний характер та змінюється від технологічних процесів, які виконуються на фермі.

Аналіз режиму споживання дозволяє визначити оптимальну потужність СЕС у періоди активної роботи обладнання.

Комплектація гбридної сонячної електростанції потужністю 30 кВт:

- Елементи, необхідні для генерації, перетворення, накопичення та розподілу електричної енергії

Така структура сприяє стабільному електропостачанню та ефективному використанню сонячної енергії.

2.5 Вибір способу встановлення сонячних панелей

Для даної СЕС використовується послідовно-паралельна схема з'єднання фотоелектричних модулів. Така схема дає змогу забезпечити необхідні значення напруги та струму відповідно до вхідних параметрів гібридного перетворювача.

Фотоелектричні модулі з'єднуються послідовно у ланцюги для підвищення напруги, далі окремі групи панелей у послідовному з'єднанні об'єднуються паралельно для забезпечення вихідного струму та дозволяє отримати необхідну потужність системи.

На рис. 2.2 наведено послідовно-паралельну схему з'єднання фотоелектричних модулів, яка забезпечує формування необхідних значень напруги та струму для роботи гібридного перетворювача.

						Арк.
						30
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

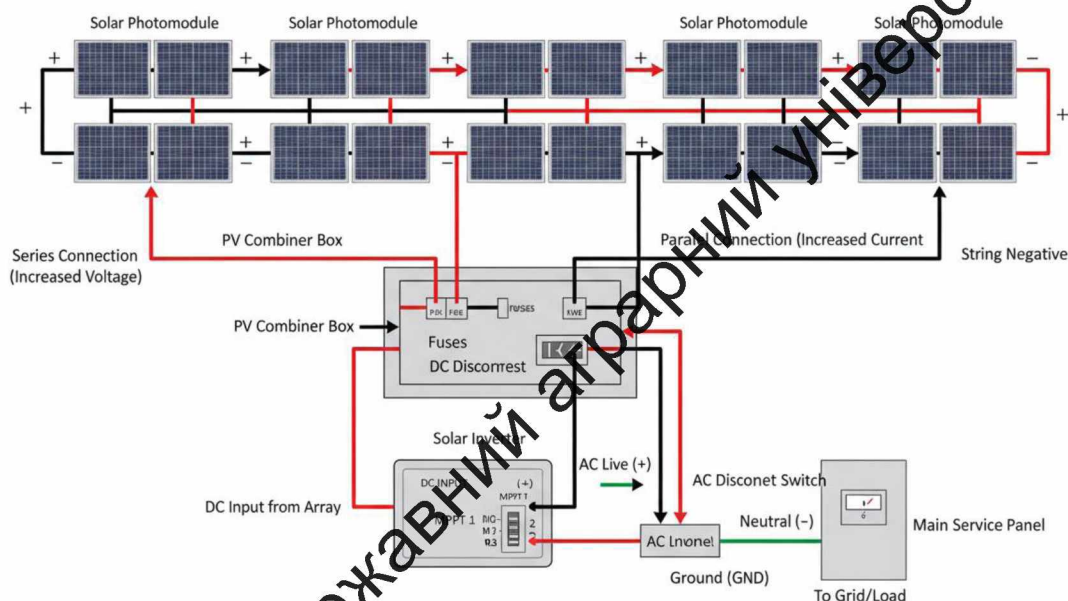


Рисунок 2.2 – Схема з'єднання панелей [13]

Основне обладнання

- Solar PV module – Сонячний фотомодуль (Сонячна панель).
- PV Combiner Box – З'єднувальна коробка фотоелектричних систем
- Solar inverter – Сонячний інвертор.
- AC Disconnect Switch – Вимикач змінного струму (роз'єднувач)
- Main Service Panel – Головний розподільчий щит

Електричні з'єднання та компоненти

- Series Connection (Increased Voltage) – Послідовне з'єднання (підвищена напруга).
- Parallel Connection (Increased Current) – Паралельне з'єднання (підвищена сила струму).
- String Negative – Негативний вивід.
- DC Input from Array – Вхід.
- Fuses/DC Disconnect
- DC INPUT (+)(-) – Вхід постійного струму (+)(-).
- MPPT 1 – Трекер (система відстеження точки максимальної потужності)
- AC Live – Фаза змінного струму.
- AC Inlet/Panel – Вхід/Панель змінного струму.

- Neutral (–) – Нейтраль (–).
- Ground(GND) – Заземлення (земля).
- To Grid/Load До мережі/Навантаження.

Обрана схема з'єднання повністю відповідає потребам сільськогосподарського виробництва: стабільна робота СЕС та ефективна передача електроенергії до інвертора.

2.6 Розрахунок генерації електроенергії

Для СЕС потужністю 30 кВт знадобиться від 135 до 150 м² корисної площі даху.

Кількість панелей необхідна для даху:

$$n_{\text{пан}} = \frac{P_{\text{сес}}}{P_{\text{с.п.}}} = \frac{30000}{655} = 45,8 \text{ панелей} \approx 46 \text{ панелей} \quad (2.21)$$

де $n_{\text{пан}}$ – кількість панелей необхідна для даху.

$P_{\text{сес}}$ – потужність СЕС.

$P_{\text{с.п.}}$ – потужність сонячних панелей.

Для забезпечення проєктної потужності СЕС необхідне встановлення 46 сонячних фотоелектричних панелей.

$$S_{\text{заг}} = n_{\text{пан}} \cdot S_{\text{с.п.}} = 46 \cdot 2,68 = 123,28 \text{ м}^2 \quad (2.22)$$

де $S_{\text{заг}}$ – загальна площа для встановлення панелей.

$S_{\text{с.п.}}$ – площа 1 панелі.

$n_{\text{пан}}$ – кількість панелей.

$$S_{\text{кор.}} = S_{\text{заг}} + 15\% = 123,28 + 15\% = 141,772 \text{ м}^2 \approx 142 \text{ м}^2$$

де $S_{\text{кор.}}$ – корисна площа даху у даному прикладі.

$S_{\text{заг}}$ – загальна площа панелей.

15 % – запас для панелей.

Розрахунок генерації електричної енергії:

Загальна площа будівлі корівника: 1000 м^2

Довжина: 20 м

Ширина: 50 м

Висота будівлі: 4 м

На 1 корову потрібно 9 м^2 (згідно з нормами технологічного проєктування)

$$n_{\text{кор}} = S_{\text{кор.}} : S_1 = 1000 : 9 = 111 \text{ корів} \quad (2.24)$$

де $S_{\text{заг.}}$ – загальна площа даху корівника

S_1 – к-сть м^2 для 1-ї корови.

Загальна площа будівлі корівника 1000 м^2 . Що відповідає утриманню 111 корів ($\approx 9 \text{ м}^2$ на 1 корову).

Висновок до розділу 2

Отже, у даному розділі була проведена загальна характеристика тваринницької ферми та визначено основні параметри електроспоживання.

Проведений аналіз дозволить визначити періоди максимального навантаження на об'єкт.

Встановлено, що електроспоживання найбільше у ранкові і вечірні години, що логічно пов'язано з технологічними процесами утриманням та обслуговуванням тварин.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Отримані дані свідчать про доцільність використання сонячної СЕС для підвищення стабільності електропостачання об'єкта. Це дозволить підвищити електропостачання ферми та зменшити залежність від централізованої мережі.

Отримані результати будуть використані для подальших розрахунків параметрів системи електропостачання.

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Оскільки проект розрахований на цілорічну експлуатацію, обрані проектні рішення, що передбачають та забезпечують безперервну роботу СЕС протягом року.

Розміщення силового обладнання (інвертора) всередині приміщення дозволяє мінімізувати вплив зовнішніх чинників (низькі та високі температури) та сприяє стабільній та ефективній роботі протягом світлового дня.

Концепція облаштування електрощитової забезпечує доступ оперативного персоналу до елементів керування та захисту. Передбачено нормативні проходи для проведення технічного обслуговування та перевірки ізоляції. Вільний простір для циркуляції повітря сприяє безперервній експлуатації під час роботи на максимальній потужності.

Безперервна робота вимагає регулярного контролю технічного стану ключових компонентів СЕС. Використання закритого приміщення для розміщення комутаційних вузлів зменшує вплив пилу та обмежує доступ сторонніх осіб. Це суттєво підвищує рівень електробезпеки, зменшує ймовірність аварійних ситуацій та підвищує стабільність роботи системи протягом усього терміну експлуатації.

Додатково високий рівень надійності системи досягається за рахунок застосування сертифікованих компонентів та виконанню чинних нормативних вимог.

На рис. 3.1, представлено схему розміщення електротехнічного обладнання сонячної електростанції, що забезпечує наочне відображення компонування основних елементів системи.

						Арк.
						35
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

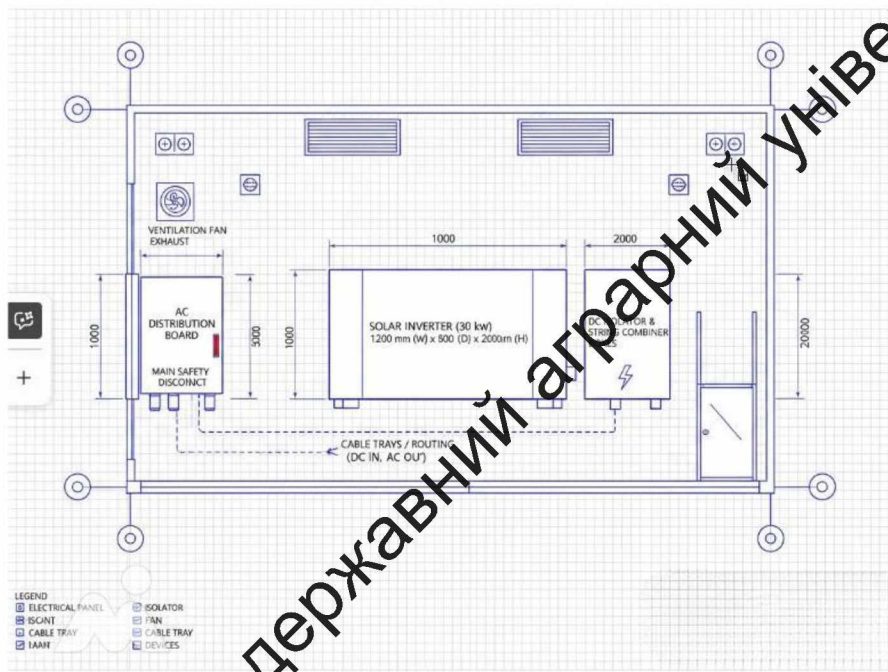


Рисунок 3.1 – Схема розміщення електротехнічного обладнання СЕС [14].

- Ventilation fan exhaust – Витяжний вентилятор.
- AC distribution board – Розподільна дошка змінного струму.
- Main safety disconnect – Головний вимикач безпеки.
- Solar inverter – Сонячний інвертор.
- DC isolator & String combiner boxes – Ізолятор постійного струму та коробки для об'єднання ланцюгів.
- Cable trays/routing (DC IN, AC OUT) – Кабельні лотки/маршрутизація (вхід постійного струму, вихід змінного струму).
- Legend – Легенда.
- Electrical Panel – Електрична панель.
- Isolator – Ізолятор.
- Fan – Вентилятор.
- Cable Tray – Кабельний лоток.
- Devices – Пристрої.

3.1 Умови навколишнього середовища

Експлуатація СЕС відбувається у умовах помірно-континентального клімату, характерного для Полтавської області, що характеризується значними сезонними коливаннями температури повітря протягом року та зміною інтенсивності сонячної активності.

Відповідно до технічних характеристик виробника робочий температурний діапазон експлуатації електрообладнання становить орієнтовно від $+5$ до $+40$ °С, що відповідає технічним характеристикам інвертора та іншого електротехнічного обладнання.

Встановлення інвертора та комутаційних пристроїв у приміщенні дозволяє зменшити вплив як низьких, так і високих температур і забезпечити стабільний режим його роботи.

В умовах тваринницького комплексу підвищена вологість та наявність пилу можуть мати негативний вплив на електрообладнання.

Для захисту обладнання передбачено його розміщення у закритому електрощитовому приміщенні з обмеженим доступом сторонніх осіб. [15]

Для уникнення перегріву здійснюється охолодження за рахунок природної вентиляції, що сприяє ефективному відведенню надлишкового тепла при роботі обладнання.

Фотомодулі встановлюються на покрівлі будівлі та розраховані на вплив атмосферних факторів (вітер, опади, сонячне випромінювання).

Запропонована конструкція монтажної системи характеризується достатньою механічною стійкістю та підвищує стабільність монтажної системи

3.2 Аналіз технологічних процесів

Сучасна система освітлення базується на використанні джерел світла з високою енергоефективністю, що відповідають сучасним вимогам.

Для забезпечення необхідного рівня освітленості приміщень доцільно використовувати LED-світильники, які характеризуються високою світловою віддачею (100–120 лм/Вт), низьким енергоспоживанням, високою ефективністю та тривалим терміном служби.

Нормативні вимоги до рівня освітленості прийнято приймати згідно з ДБН В.2.5–28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Порівняння світлодіодних ламп, люмінесцентних ламп і ламп розжарювання наведено в таблиці 3.1, де також представлено відповідність їх потужностей (табл. 3.1).

Таблиця 3.1– Відповідність потужностей ламп [16]

Потужність, Вт			Світловий потік у Лм
Розжарювання	Люмінесцентна	Світлодіодна	–
20	5 – 7	2 – 3	200
40	10 – 13	4 – 5	400
60	15 – 16	8 – 10	700
75	18 – 20	10 – 12	900
100	25 – 30	15 – 18	1200
150	40 – 50	18 – 20	1800
200	60 – 80	25 – 30	2500

З таблиці 3.1 видно, що світлодіодні лампи мають найвищу ефективність за показниками енергоефективності та довговічності у порівнянні з лампами розжарювання та люмінесцентними лампами.

Для подальших розрахунків прийнято використовувати саме цей тип освітлення (LED-освітлення).

При розрахунках освітлення доцільно врахувати коефіцієнт запасу (1,2–1,5), що компенсує зниження світлового потоку у процесі експлуатації.

3.3 Аналіз електроспоживачів

Для визначення загального електричного навантаження тваринницького комплексу проведено аналіз основних електроспоживачів із урахуванням їх встановленої потужності та режимів роботи.

Електроспоживачів класифікують на:

- Постійні.
- Періодичні.
- Короткочасні.

Це дозволяє більш точно оцінити характер навантаження об'єкта та визначити одиниці з найбільшим рівнем споживання.

Основні електроспоживачі корівника та їх характеристики наведено в таблиці 3.2, яка використовується для оцінки розподілу електричної енергії об'єкта (табл.3.2).

Таблиця 3.2 – Основні електроспоживачі корівника [24]

Обладнання	Потужність, кВт	Особливості роботи
1	2	3
Освітлення (зовнішнє освітлення корівника)	1,0	Працює у темний час доби або у умовах недостатньої видимості (туман) Датчики освітленості можуть працювати автоматично.
Доїльне обладнання (доїльні апарати)(централізована доїльна система)	3,15	Циклічний режим роботи (2 – 3 рази) Після доїння відбувається пікове навантаження. Вимагає стабільного електропостачання.

Продовження таблиці 3.2

1	2	3
Вентиляція та мікроклімат (системи підтримання температури та вологості)	4,5	В літній час працює тривалий час. Комфорт для тварин. Навантаження змінне залежно від рівня температури та вологості.
Водопостачання та водовідведення (помпові установки подачі води)	1,5	Найбільше навантаження коли відбувається доїння та годування. Потужність помпа короткочасна та середня.
Обладнання для приготування та роздачі кормів (кормозмішувачі)	7,5	Короткочасний процес, але з високою потужністю. Нерівномірність графіку навантаження.
Холодильне та допоміжне обладнання (охолоджувачі молока)	5,75	Регулярна робота після доїння. Значне енергоспоживання
Системи автоматизації та керування (датчики)	0,2	Робота постійна, але споживання незначне. Підвищення рівня ефективності та надійності систем.
Побутові та допоміжні споживачі (офісна техніка)	1,0	Працює переважно у денний час, невелика встановлена потужність.

Отримані дані підтверджують нерівномірний характер електроспоживання у пікові періоди.

Аналіз структури електропостачання показує, що найбільше навантаження формують вентиляційні системи, кормоприготувальне обладнання та доїльні установки.

Пікові навантаження припадають на технологічні процеси, зокрема на періоди доїння та годування, що обов'язково треба врахувати при виборі потужності СЕС.

Ці результати дозволяють обґрунтувати вибір СЕС потужністю 30 кВт та засвідчують раціональне використання системи для часткового енергозабезпечення об'єкта.

Основне приміщення (освітлення) 150 люкс (лк). Для доїння 200 (лк). 1 лк = 0,0079 Вт/м². 1 лк = 1 лм/м².

Необхідний світловий потік визначається на основі заданого рівня та площі освітленості приміщення.

$$\varphi = E \cdot S = 150 \cdot 1000 = 150\,000 \text{ лм (Люмен) (основне приміщення)} \quad (3.1)$$

де φ – світловий потік, лм.

E – освітленість, лк.

S – площа, м².

У виробничих зонах (зона доїння) проводиться аналогічний розрахунок світлового потоку при більшій освітленості.

$$\varphi = E_1 \cdot S_1 = 200 \cdot 1000 = 200\,000 \text{ лм (для доїння)} \quad (3.2)$$

де E_1 – освітленість у виробничій зоні.

S_1 – площа виробничої зони.

Розрахунок потужності енергоспоживання освітлення визначається на основі встановленої потужності та площі.

$$P = E \cdot P_B \cdot S = 150 \cdot 0,0079 \cdot 1000 = 1185 \text{ Вт} = 1,185 \text{ кВт} \approx 1,2 \text{ кВт} \quad (3.3)$$

де E – освітленість, лк.

P_B – встановлена потужність.

					Арк.
					41
Змн.	Лк.	№ докум.	Підпис	Дата	

S – площа, м^2 .

Отримане значення використовується при визначенні потужності системи освітлення.

Аналогічно виконується розрахунок для зони з підвищеним рівнем освітлення.

$$P = E_1 \cdot P_{\text{в}} \cdot S_1 = 200 \cdot 0,0079 \cdot 1000 = 1580 \text{ Вт} = 1,580 \text{ кВт} \approx 1,6 \text{ кВт} \quad (3.4)$$

де E_1 – освітленість зони з підвищеним рівнем освітлення, лк.

$P_{\text{в}}$ – встановлена потужність обладнання у зоні з підвищеним рівнем освітлення

S_1 – площа зони з підвищеним рівнем освітлення, м^2 .

Отримане значення дозволяє оцінити вплив освітлення на споживання електроенергії об'єкта.

Доїльне обладнання

- Кількість доїльних установок: 10.
- Вакуумний помпа: 2,2 кВт.
- Помпа охолодження: 0,75 кВт.
- Автоматика та керування: 0,2 кВт.

Розрахунок дозволяє визначити сумарну потужність доїльного обладнання.

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{в.п.}} + P_{\text{п.о.}} + P_{\text{авт.}} = 2,2 + 0,75 + 0,2 = 3,15 \text{ кВт} \quad (3.5)$$

де $P_{\text{сум}}$ – сумарна потужність доїльного обладнання.

$P_{\text{в.п.}}$ – сумарна потужність вакуумний помпа.

$P_{\text{п.о.}}$ – сумарна потужність помпа охолодження.

$P_{\text{авт.}}$ – сумарна потужність автоматика та керування.

Вентиляція та мікроклімат

- Потужність одного вентилятора: 0,75 кВт.
- Кількість для корівника на 100 корів: 6 шт.

Сумарна потужність

Сумарна потужність вентиляційної системи визначається множенням потужності одного вентилятора та її кількості.

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{вент}} \cdot n = 6 \cdot 0,75 = 4,5 \text{ кВт} \quad (3.6)$$

де $P_{\text{вент}}$ – потужність одного вентилятора.

n – кількість вентиляторів.

Водопостачання та водовідведення.

Потужність помпи: 1,1–1,5 кВт

- Робота періодична.

Для оцінки системи водопостачання виконується відповідний розрахунок.

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{н}} \cdot n = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \text{ кВт} \quad (3.7)$$

де $P_{\text{н}}$ – потужність одного насоса.

n – кількість насосів.

Отримане значення показує навантаження насосного обладнання у загальне споживання.

Обладнання для приготування та роздачі кормів.

- Потужність електродвигуна: 7,5–11 кВт.
- Потужність обладнання кормозмішувача визначається з урахуванням кількості агрегатів.

						Арк.
						43
Змн.	Джк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{дв}} \cdot n = 7,5 \cdot 1 = 7,5 \text{ кВт} \quad (3.8)$$

де $P_{\text{дв}}$ – потужність електродвигуна.

n – кількість агрегатів.

Холодильне та допоміжне обладнання

– Потужність компресора: 5,5 кВт

– Мішалка: 0,25 кВт

Для розрахунку сумарної потужності холодильного обладнання необхідно врахувати потужності компресора та допоміжного обладнання.

$$P_{\text{сум}} = n \cdot (P_{\text{к}} + P_{\text{м}}) = 1 \cdot (5,5 + 0,25) = 5,75 \text{ кВт} \quad (3.9)$$

де n – кількість установок.

$P_{\text{к}}$ – потужність компресора.

$P_{\text{м}}$ – потужність мішалки.

Отримане значення свідчить про значну роль системи охолодження у споживанні.

Системи автоматизації та керування.

– Потужність одного комплекту: 0,1–0,2 кВт.

Значення

0,2 кВт

Побутові та допоміжні споживачі (офісна техніка).

– Комплект офісної техніки: 1,0 кВт.

Значення

1,0 кВт

Для оцінки навантаження електричної мережі об'єкта було виконано аналіз електроспоживачів тваринницького комплексу для визначення загального навантаження об'єкта.

						Арк.
						44
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це дає змогу оцінити структуру електроспоживання об'єкта та врахувати особливості роботи обладнання.

Перелік основних електроспоживачів корівника представлені у таблиці 3.2

Висновок до розділу 3

У даному розділі розглянуто основні умови експлуатації СЕС потужністю 30 кВт та особливості її роботи у умовах фермерського господарства, включаючи:

- Режими функціонування об'єкта.
- Доступ до обладнання.
- Експлуатаційну придатність.
- Стабільність роботи системи системи.
- Вплив навколишнього середовища.

Встановлено, що прийняті технічні рішення відповідають вимогам нормативних документів та сприяють ефективній роботі СЕС протягом року.

Врахування кліматичних і виробничих факторів зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій і таким чином забезпечує стабільне електропостачання об'єкта.

У даному розділі був проведений аналіз електричних навантажень тваринницького комплексу та виконано розрахунок системи освітлення відповідно до вимог для виробничих приміщень.

Основні споживачі електроенергії:

- Доїльне обладнання.
- Система вентиляції.
- Водопостачання.
- Холодильне обладнання.
- Освітлення.

Визначено не лише основних споживачів електроспоживачів тваринницького комплексу, а й їх вплив на загальне навантаження даного об'єкта.

Було встановлено необхідний рівень освітлення та сумарний рівень електричного навантаження для виробничих приміщень. Також розраховано загальну потужність електроспоживачів, для правильного підбору потужності СЕС даного об'єкта.

Проведений аналіз підтвердив ефективність застосування СЕС потужністю 30 кВт для підвищення енергоефективності та часткового покриття електроспоживання тваринницького комплексу. У розділі здійснено розрахунок електричних навантажень тваринницького комплексу та аналіз структури електроспоживання тваринницького комплексу. Застосування СЕС потужністю 30 кВт є ефективним рішенням для зниження витрат електроенергії і підвищення надійності електропостачання.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

4.1 Визначення капітальних витрат:

$$K = K_{\text{п}} + K_{\text{інв}} + K_{\text{акб}} + K_{\text{кріп}} + K_{\text{каб}} + K_{\text{зах}} = 221884 + 115000 + 321750 + 16092 + 18353 + 19587 = 712663 \text{ грн} \quad (4.1)$$

де K – загальні капітальні витрати, грн.

$K_{\text{п}}$ – сонячні фотоелектричні панелі.

$K_{\text{інв}}$ – інвертор.

$K_{\text{акб}}$ – акумуляторна система.

$K_{\text{кріп}}$ – кріплення/профілі/притиски.

$K_{\text{каб}}$ – кабелі та траси.

$K_{\text{зах}}$ – автоматика/захист (автомати, ПЗНІ, запобіжники тощо).

Орієнтована вартість монтажу сонячної електростанції потужністю 30 кВт.
1-й крок потрібно обрати тип сонячних панелей. Сонячна панель: LONGi Solar LR5-72HTH-580M. На дах потрібно 52 шт з потужністю 580 Вт кожна. Загалом отримуємо 30,16 кВт. Приблизна ціна 1 панелі 4267 грн.
Формула розрахунку 52-х сонячних панелей:

$$K_{\text{п}} = n \cdot C_{\text{п}} = 52 \cdot 4267 = 221884 \text{ грн} \quad (4.2)$$

де n – кількість панелей.

$C_{\text{п}}$ – ціна однієї панелі.

Загальна номінальна потужність сонячних фотоелектричних модулів: [17]

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{ном}} \cdot n = 580 \cdot 52 = 30180 \text{ Вт} = 30,1 \text{ кВт} \quad (4.3)$$

де $P_{\text{заг}}$ – загальна номінальна потужність сонячних фотоелектричних модулів.

$P_{\text{ном}}$ – номінальна потужність сонячних фотоелектричних модулів.

n – кількість сонячних фотоелектричних модулів.

Акумуляторна система накопичення енергії: з виготовлених батарей Dyness Tower (літій – залізо – фосфат (LiFePO_4)) ємність 3,55 кВт·год – 6 шт. Загальна місткість 21,3 кВт·год:

$$E_{\text{заг}} = P_{\text{бат}} \cdot n = 3,55 \cdot 6 = 21,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (4.4)$$

де $P_{\text{бат}}$ – потужність 1-ї акумуляторної батареї.

n – кількість батарей в 1-й акумуляторній системі.

Призначення: резервне живлення та підвищення енергоефективності системи.

Інвертор гібридний 30 кВт (FOX ESS Three Phase Hybrid H3-PRO) [18]:

$$K_{\text{інв}} = 115000 \text{ грн}$$

Гібридний інвертор: потужність 30 кВт, 3-х фазний, номінальна напруга акумуляторної батареї 48 у – 1 шт. (перетворення постійного струму від сонячних панелей у змінний).

АКБ (акумуляторна батарея типу Pylontech US3000C 3,55 кВт·год) модулів еквівалентно – 21,3 кВт·год [19]

$$K_{\text{акб}} = Q \cdot P = 6 \cdot 53625 = 321750 \text{ грн} \quad (4.5)$$

де Q – к-сть АКБ.

P – ціна за 1 модуль АКБ.

Кріплення (профіль) [20]

$$K_{\text{кріп}} = Q \cdot P = 108 \cdot 149 = 16092 \text{ грн} \quad (4.6)$$

де Q – довжина профілю

P – ціна профілю за 1 м.

Кабелі [21]

PV кабель (фотоелектричний кабель).

						Арк.
						48
Змн.	Джк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВВГ силовий мідний кабель із полівінілхлоридною ізоляцією та оболонкою, призначений для стаціонарної передачі електроенергії з 4-ма мідними жилами з перетином жил 10 мм². [22]

$$K_{\text{каб}} = Q_1 \cdot P_1 + Q_2 \cdot P_2 = 250 \cdot 53,66 + 15 \cdot 329,2 = 13415 + 4938 = 18\,353 \text{ грн} \quad (4.7)$$

де Q_1 – довжина PV.

P_1 – ціна 1 м PV кабелю.

Q_2 – довжина ВВГ кабелю.

P_2 – ціна 1 м ВВГ кабелю.

Захист [23]

$$K_{\text{зах}} = C_{\text{ІЗІП}} + C_{\text{авт}} + C_{\text{зап}} = 3 \cdot 5425 + 1066 \cdot 2 + 4 \cdot 295 = 16275 + 2132 + 1180 = 19587 \text{ грн} \quad (4.8)$$

де $C_{\text{ІЗІП}}$ – вартість пристрою захисту від імпульсних перенапруг постійного струму.

$C_{\text{авт}}$ – вартість 3-х фазного автомата зі силою струму 63А. [24]

$C_{\text{зап}}$ – вартість запобіжника типу gPV. [25]

Висновок до розділу 4

Отже, за результатами розрахунків встановлена орієнтовна вартість капітальних втрат на встановлення сонячної СЕС потужністю 30 кВт, складає приблизно 712 663 грн. До складу системи входять:

- Фотоелектричні модулі.
- Гібридний інвертор.
- Акумуляторна батарея.
- Елементи кріплення.
- Кабельна продукція.
- Засоби електричного захисту.

						Арк.
						49
Змн.	Джк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значна частка капіталовкладень припадає на акумуляторні батареї та сонячні фотоелектричні модулі, це пояснюється їх високою вартістю та важливістю у функціонуванні роботи СЕС.

Застосування гібридного інвертора разом з акумуляторними системами забезпечує не лише генерацію електроенергії, а й можливість резервного живлення у разі відсутності електропостачання.

Отримані результати показують, що використання сонячної електростанції є доцільним рішенням, незважаючи навіть на початкові значні капіталовкладення, проте, з часом, ця система забезпечує зменшення витрат на електроенергію та підвищення енергонезалежності об'єкта.

У майбутньому, використання СЕС забезпечить економію електроенергії та підвищить стабільність роботи системи електропостачання об'єкта.

						Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних факторів та екологічна безпека

На процес роботи електрообладнання та електричних мереж на підприємстві можуть впливати небезпечні та шкідливі фактори, які у подальшому здатні вплинути на обслуговуючий персонал.

Ураження електричним струмом

Найбільш небезпечний фактор при роботі з електрообладнанням – можливість ураження електричним струмом. Це може статися при:

- Дотику людини до струмоведучих частин.
- Пошкодженні ізоляції кабелів і проводів.
- Недотримання встановлених правил експлуатації електрообладнання.

Наслідки такого впливу – негативні: від опіків та порушення роботи серцево-судинної системи до смертельних наслідків.

Короткі замикання

Коротке замикання виникає при:

- Пошкодженні ізоляції провідників.
- Неправильному підключенні електрообладнання.
- Механічному пошкодженні кабельних ліній.

При короткому замиканні у електричному колі протікають великі струми, що можуть спричинити перегрів проводів, вихід з ладу електрообладнання та пожежонебезпечних ситуацій.

Перегрів електрообладнання

Причини перегріву електричної мережі наступні:

- Перевантаження електромережі.
- Застосування кабелів із недостатнім перерізом.
- Несправність електрообладнання.

У результаті ці причини можуть призвести до негативних наслідків.

Наприклад:

						Арк.
						51
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Електробезпека

Електробезпека під час експлуатації електроустановок – один із ключових аспектів охорони праці.

Основна небезпека – ураження людини електричним струмом у разі дотику до струмоведучих частин або при пошкодженні ізоляції електрообладнання.

Для забезпечення безпечної експлуатації системи передбачено застосування комплексу технічних та організаційних заходів.

Основні технічні заходи:

- Використання надійної ізоляції.
- Встановлення захисного заземлення.
- Застосування автоматичних вимикачів.
- Пристроїв захисного відключення (запобіжники).

Захищена апаратура сприяє зниженню напруги дотику зниження напруги дотику у разі пошкодження ізоляції та створює безпечні умови експлуатації електроустановок.

Дані засоби забезпечують захист від коротких замикань і перевантажень при аварійних режимах роботи та запобігають швидкому відключенню аварійних ділянок мережі.

Автоматичні вимикачі здійснюють відключення електричних кіл при перевантаженні або короткому замиканні, що дозволяє запобігти аварійним ситуаціям.

Зменшення ризику ураження електричним струмом досягається шляхом відведення струму у землю та зменшення напруги дотику.

Організаційні заходи включають:

- Проведення інструктажів з техніки безпеки.
- Використання засобів індивідуального захисту.
- Допуск до роботи лише кваліфікованого працівника.

						Арк.
						53
Змн.	Джк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На об'єкті встановлено ГРЩ (головний розподільчий щит), через який здійснюється електропостачання тваринницької ферми, що відповідає вимогам ПУЕ. [26]

Інверторна установка потужністю 30 кВт розміщена у спеціалізованому приміщенні електрощитової установки з належними умовами вентиляцією, що сприяє підтриманню оптимального температурного режиму та стабільну роботу обладнання.

При проведенні монтажних робіт електрообладнання необхідно дотримуватися вимог охорони праці та техніки безпеки. Такі роботи (монтаж електроустановок повинен виконуватися лише персоналом, який має необхідну групу з електробезпеки.

Перед виконанням монтажних робіт необхідно перевірити відсутність напруги у електричних колах. Для цього використовують спеціальні прилади контролю напруги та здійснивши заземлення відключених ділянок мережі.

Виконуючи монтаж електрообладнання працівникам необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, захисні каски, спецодяг, інструменти з ізольованими ручками.)

Необхідну увагу треба приділяти роботам на висоті, які можуть виникати під час монтажу кабельних трас та електрощитів або інших елементів системи електропостачання. У таких випадках застосовують драбини, монтажні платформи або страхувальні пристрої для забезпечення безпеки.

Після завершення монтажних робіт необхідно перевірити правильність підключення електрообладнання, цілісність стану ізоляції та стабільність роботи системи контактних з'єднань.

Дотримання правил безпеки під час монтажу дозволяє зменшити ризик травматизму, пошкодження обладнання та попередженню аварійних ситуацій.

5.3 Пожежна безпека

Електроустановки та електричні мережі можуть бути джерелом виникнення пожеж у разі порушення режимів їх роботи або пошкодження обладнання. Основні причини:

- Короткі замикання.
- Перевантаження електромереж.
- Перегрів контактних з'єднань.
- Несправність електрообладнання.

Якщо неправильно експлуатувати електрообладнання може виникнути ризик пожежної небезпеки. Основні причини:

- Короткі замикання.
- Перевантаження мереж.
- Пошкодження ізоляції проводів.

З метою зниження ризику виникнення пожеж слід застосовувати комплекс організаційних і технічних заходів.

Технічні заходи включають:

- Вибір кабелів і проводів з урахуванням струмів навантаження.
- Розрахунок перерізу провідників.
- Встановлення автоматичних вимикачів і запобіжників.
- Використання захисної апаратури.

Організаційні заходи:

- Моніторинг навантаження електричних мереж.
- Своєчасне обслуговування електрообладнання.
- Регулярна перевірка обладнання.

Особливу увагу слід приділяти на:

- Якості ізоляції проводів.
- Стабільність роботи системи контактних з'єднань.
- Оперативно виявляти пошкодження.

Приміщення з електрообладнанням повинні бути оснащені вогнегасниками відповідного типу та необхідно забезпечити вільний доступ до електрощитів та аварійних вимикачів.

Суворе дотримання вимог пожежної безпеки гарантує безпечну експлуатацію електрообладнання та допомагає знизити ризики виникнення пожеж.

5.4 Захист від блискавки

Блискавкові розряди негативно впливають на електроустановки, оскільки удар блискавки спричиняє до негативних наслідків, пошкодження ізоляції, виникнення пожеж або навіть порушення роботи електричних мереж. З цією метою, використовують системи блискавкозахисту для захисту об'єктів від прямих ударів.

Система блискавкозахисту:

- Блискавкоприймач (перехоплення розряду блискавки та відведення його у систему захисту)
- Стумовідвід (забезпечення відведення струму від блискавкоприймача до заземлювального пристрою.)
- Заземлювач (відведення струму блискавки у ґрунт та зниження небезпечної напруги).

Для ефективної роботи системи необхідно забезпечити низьке значення опору заземлювального пристрою.

До захисту від ударів використовують пристрої захисту від імпульсних перенапруг шляхом встановлення спеціальних пристроїв захисту від перенапруг.

Застосування повної системи блискавкозахисту дозволяє ефективно захистити електроустановку та підвищити безпеку експлуатації об'єкта.

Висновок до розділу 5

Таким чином, проведений аналіз факторів системи електропостачання дає можливість визначити та впровадити необхідні та ефективні рішення для підвищення рівня безпеки охорони праці. Для створення безпечних умов експлуатації застосовуються відповідні технічні та організаційні засоби захисту.

У даному розділі був проведений аналіз небезпечних та шкідливих факторів під час роботи сонячної електростанції. Основні ризики:

- Ураження електричним струмом.
- Вплив погодних умов.
- Механічні пошкодження обладнання.

Для безпечної роботи передбачене використання захисних пристроїв, систем заземлення, використання автоматичних вимикачів та засобів індивідуального захисту. Розроблено організаційні заходи для безпечного обслуговування та експлуатації СЕС.

Впровадження технічних та організаційних рішень може забезпечити безпечні умови праці та надійну та ефективну роботу сонячної електростанції.

									Арк.
									57
Змн.	Джк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У межах кваліфікаційної роботи виконано розробку проєкту сонячної електростанції потужністю 30 кВт призначеної для забезпечення електроенергією тваринницького комплексу. У процесі дослідження визначено особливості функціонування об'єкта, проведено оцінку сонячного потенціалу регіону, досліджено структуру електроспоживання та оцінено можливості використання сонячної енергії в умовах фермерського господарства.
2. Результати аналізу навантажень показали, що найбільше енергоспоживання припадає на ранкові та вечірні години, що пов'язано з роботою основних технологічних процесів, зокрема доїння, вентиляції та освітлення приміщень. Аналіз показав, що ефективне використання СЕС дозволяє частково скоротити залежність господарства від навантаження на централізовану мережу.
3. У роботі виконано оцінку сонячного потенціалу Полтавської області та виконано підбір обладнання відповідно до потреб об'єкта, визначено оптимальний спосіб встановлення сонячних панелей та розроблено схему підключення сонячної електростанції. Встановлено, що обрана схема забезпечує стабільне функціонування системи та високу ефективність використання сонячної енергії.
4. Проведена оцінка сонячного потенціалу показала, що рівень інсоляції в Полтавській області становить 975–1013 кВт·год/м²·рік, що є достатнім для ефективної експлуатації сонячної електростанції. Для забезпечення встановленої потужності 30 кВт передбачено використання 46 фотоелектричних модулів, розміщених на площі 45–150 м² покрівлі корівника. При цьому загальна площа будівлі становить 1000 м², що дозволяє безперешкодно розмістити необхідне обладнання та забезпечити його ефективну роботу.
5. У роботі проведені розрахунки основних параметрів системи та аналіз оцінки очікуваної генерації електроенергії. Розрахунки виконано з урахуванням коефіцієнта продуктивності 0,8, який враховує технологічні втрати в системі. Отримані результати підтвердили можливість ефективного використання

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- сонячної електростанції для покриття значної частини потреб тваринницького комплексу в електроенергії та зменшення споживання електроенергії з мережі.
6. Запропоновані технічні рішення забезпечують стабільну роботу системи протягом року та відповідають вимогам надійності й ефективності, що дозволяє підвищити рівень енергоефективності господарства.
 7. Проведено економічне обґрунтування проєкту та виконано розрахунок вартості основного обладнання та допоміжних елементів системи. Найбільшу частку вартості становлять сонячні панелі та акумуляторні батареї. Аналіз показав, що використання сонячної електростанції дозволить скоротити витрати на електроенергію та підвищити ефективність функціонування об'єкта.
 8. У роботі особливу увагу було приділено питанням охорони праці та безпеки експлуатації сонячної електростанції. Проведено аналіз небезпечних факторів, що можуть виникати під час роботи сонячної електростанції і запропоновано комплекс технічних та організаційних заходів для їх мінімізації: використання засобів захисту, заземлення та сучасних комутаційних пристроїв. Запропоновані рішення сприяють створенню безпечних умов праці та забезпечують безпечні умови роботи персоналу.
 9. Отже, поставлені в роботі завдання виконані в повному обсязі, а отримані результати підтвердили технічну та економічну доцільність використання сонячної електростанції потужністю 30 кВт, як джерела додаткового електропостачання фермерського господарства. Використання СЕС дозволить підвищити енергоефективність об'єкта та стабільність роботи системи електропостачання, зменшити витрати на електроенергію та сприяють розвитку відновлюваної енергетики.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59