

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва
та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

СЕРЕДЮК РОМАН ЮРІЙОВИЧ

УДК 621.331:631.363.2

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування системи резервного електропостачання фермерського господарства з використанням біогазового електрогенератора

141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Подається на здобуття освітнього ступеня «бакалавр».

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Р.Ю. Середюк

Керівник роботи
Пінкін Анатолій Анатолійович
доцент

Житомир 2021

АНОТАЦІЯ

Середюк Р.Ю. «Обґрунтування системи резервного електропостачання фермерського господарства з використанням біогазового електрогенератора». -Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Проаналізовано необхідність та перспективи використання біогазового електрогенератора в фермерському господарстві.

Практична цінність: розраховано склад, обладнання та розроблена електрична схема включення електрогенератора, що працює на біогазі, в систему електропостачання.

Проведено вибір додаткового обладнання, перерізу дротів, струмів короткого замикання тощо.

Ключові слова: електрогенератор, біогаз, електростанція, електрогенератор, електропостачання.

SUMMARY

Seredyuk R.Yu. "Substantiation of the backup power supply system of the farm using a biogas generator." -Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for a bachelor's degree in 141 "Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics" Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The necessity and prospects of using a biogas electric generator in a farm are analyzed.

Practical value: the warehouse, the equipment are calculated and the electric scheme of inclusion of the electric generator working on biogas in system of power supply is developed.

The choice of additional equipment, wire cross-section, short-circuit currents, etc. is made.

Key words: electric generator, biogas, power plant, electric generator, power supply.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Розділ 1. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА СИСТЕМИ РЕЗЕРВНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	6
1.1. Поняття про систему автоматичного управління технологічним процесом ..	6
1.2. Поняття споживачів електричної енергії	8
1.3. Резервні електростанції для електропостачання споживачів I категорії	10
1.4. Вплив зміни частоти струму, відхилення і коливання напруги на роботу електроприймачів.....	11
1.5. Опис роботи біогазової когенераційної електростанції	12
1.6. Висновки по розділу 1.....	15
Розділ 2. РОЗРАХУНОК ВИХІДНИХ УМОВ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ.....	16
2.1. Розрахунок планового навантаження на електромережі	16
2.2. Вибір силового трансформатора 10/0,4 кВ	19
2.3. Висновки по розділу 2.....	22
Розділ 3 ВИБІР МОДЕЛІ ТА СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ РЕЗЕРВНОГО ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА на.....	23
3.1. Вибір резервного генератора	23
3.2. Обґрунтування схеми підключення резервного газового електрогенератора в мережу	26
3.3. розробка однолінійної схеми електропостачання	28
3.4. Висновки до розділу 3.....	30
ВИСНОВКИ	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	32
ДОДАТКИ	34

ВСТУП

В останній час спостерігається активне впровадження електричних та електронних пристроїв в фермерські господарства. Існують вже повністю автоматизовані ферми з розведення птахів, високого рівня досягають тваринницькі ферми, системи роздачі кормів, доїльні установки. Для таких складних багаторівневих систем, від працездатності яких залежить не тільки робота ферми, але й виживання птахів чи тварин, надзвичайно важливим є забезпечення безперебійного електропостачання.

Актуальність теми: Без систем резервного електропостачання в сучасному фермерському господарстві неможливо досягти належного рівня механізації та автоматизації, тому з часом актуальність даної теми тільки зростає.

Об'єкт дослідження: Електрогенератори змінного струму, що працюють на біогазовому живленні.

Предмет дослідження: Схема включення біогазового електрогенератора змінного струму в систему електропостачання фермерського господарства.

Мета: Генерація та подача в мережу електроенергії що споживається господарством, в умовах відключення живлення від основної мережі.

Завдання дослідження: Виконати розрахунок основних параметрів електрообладнання електромережі із підключенням резервного електрогенератора, вибрати електрогенератор та параметри мережі.

Методи дослідження: При розв'язанні поставленої задачі використовувалися аналітичні та бібліографічні методи дослідження.

Впровадженні інженерні рішення: Розроблена принципова електрична схема електромережі з підключенням резервного джерела електроенергії.

Практичне значення: Підвищення надійності системи електропостачання та забезпечення безперебійного електропостачання для підвищення надійності роботи електричних систем, що забезпечують роботу господарства.

Наукові публікації автора за темою дослідження:

1. Тези доповіді на тему «Використання генераторів резервного електропостачання для зменшення впливу зміни частоти струму, відхилення і коливання напруги на роботу електроприймачів в сільському господарстві» Середюк Р.Ю. Інформаційні системи та комп'ютерно-інтегровані технології: ідеї, проблеми, рішення – 2021: [матеріали I міжнародної науково-практичної конференції, Житомир – 3-4 червня 2021 року] / за наук. ред. д.т.н., доц. Черепанської І.Ю. – Поліський національний університет. – Житомир.

2. Тези доповіді на тему «Перспективи використання генераторів резервного електропостачання в фермерських господарствах в залежності від категорії споживачів струму». Голубенко А.А., Середюк Р.Ю. Інформаційні системи та комп'ютерно-інтегровані технології: ідеї, проблеми, рішення – 2021: [матеріали I міжнародної науково-практичної конференції, Житомир – 3-4 червня 2021 року] / за наук. ред. д.т.н., доц. Черепанської І.Ю. – Поліський національний університет. – Житомир.

Структура та обсяг роботи: Робота містить анотацію, вступ, три розділи, висновки, література. Обсяг 28 сторінок А4 друкованого тексту.

Розділ 1.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА СИСТЕМИ РЕЗЕРВНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

1.1. Поняття про систему автоматичного управління технологічним процесом

Наше сьогоднішнє – це час комп'ютеризації, час коли автоматизація замінює фізичну працю людини на багатьох робочих процесах в різних галузях, зокрема і в тваринництві. Скорочення або заміна затрат ручної праці автоматичними технологіями забезпечує належну якість всіх виконуваних робіт на отримання продукції, а також збільшує оптимальний експлуатаційний режим механізмів.

Автоматизація може бути частковою, де прилади виконують лише частину певних операцій, забезпечуючи полегшену роботу для оператора. А також автоматизація може бути повною, коли вона повністю замінює оператора.

Особливість повної автоматизації процесів виробництва полягає у тому, що прилади автоматичного управління технологічним процесом повинні точно і своєчасно пускати у хід, зупиняти, змінювати швидкість, змінювати напрямок руху або ж інші необхідні роботи, які здійснюють установки і машини. При цьому застосовують пристрої автоматичного управління, щоб звільнити оператора від таких операцій.

У процесі роботи установки часто буває необхідно підтримувати заданий технологічний режим, при якому оператор управляє машиною за показниками приладів, впливаючи на регулюючі органи. Якщо оператор відсутній, то режим роботи виконується автоматично. При такому режимі виникає необхідність в автоматичному регулюванні виробничого процесу.

Автоматизація процесів вимагає пристроїв, так званих засобів автоматичного захисту, які здатні самостійно усувати можливі пошкодження.

На тваринницьких комплексах автоматизована система управління технологічним процесом (АСУТП) виконує до 80% всіх завдань управління оперативного планування. Велика частина АСУТП тваринницьких комплексів складаються з двоступеневої структури. Перший ступінь - це сходинка, який має автоматичний захист технологічного і електричного обладнання, регулятори окремих технологічних параметрів, пристрої для централізованого управління і оптимізації технологічних операцій. Другий ступінь - це сходинка на якій розташовують служби диспетчерського управління комплексом і автоматизовані інформаційні системи, які пов'язані з районними обчислювальними центрами. Другий ступінь має інформацію, яка необхідна для забезпечення оптимізації технологічних процесів на комплексі в цілому. Багаторічні статистичні відомості при цьому служать основою для оптимізації структури технологічного процесу, а поточні дані - режими їх функціонування.

Всі технологічні процеси мають фізичні величини – показники процесу, на які накладають певні різні за своїм змістом умови, які повинні виконуватися, для того щоб процес протікав у правильному режимі.

Є процеси, для яких показники повинні бути незмінними, наприклад, на електростанціях частота змінного струму повинна підтримуватися постійною, незмінною, що дорівнює 50 Гц. Для других процесів допускається зміна показників в заданих межах, наприклад, в тваринницьких приміщеннях відносна вологість повітря і температура. Для третіх процесів показники повинні змінюватися за певним заданим законом, так, наприклад, в пташниках освітлення змінюється для створення штучних сутінків, світанку і ці зміни обов'язково повинні відповідати закону зміни природного освітлення. Для четвертих процесів закон зміни показників визначається зовнішніми умовами, які надають свій вплив на їх значення і характер.

У міру вдосконалення технологій машин і потокових ліній з впровадження АСУТП все чіткіше вимальовується тенденція до централізації управління

технологічними процесами і до скорочення ступінчастості її структури. Все частіше в сучасних комплексах планується широке застосування керуючих ЕОМ і переведення всієї зоотехнічної, ветеринарної, інженерної та економічної інформації на машинні методи обробки.

1.2. Поняття споживачів електричної енергії

Зі сторони окремих споживачів вимоги до надійності електропостачання залежать від рівня електрифікації робочих процесів і побуту. Деякі споживачі пред'являють різні вимоги до надійності електропостачання в залежності від часу.

Так, наприклад, якщо споживач використовує електропостачання в певні години доби, то не потребує особливих вимог до надійності електропостачання в інші години доби. І навпаки, споживач, який працює цілодобово або автоматично включаючись в будь-який час доби, весь час висуває однакові вимоги до надійності.

При проектуванні і експлуатації систем електропостачання сільськогосподарських об'єктів споживачів ділять на три категорії за значенням фактору надійності.

Споживачі I категорії - це:

- ферми і комплекси з виробництва молока, які налічують 800 корів і більше;
- ферми і комплекси, які по вирощуванню і відгодівлі свиней на 12 тис. голів і більше, молодняку великої рогатої худоби на 10 тис. голів і більше;
- відкриті майданчики з відгодівлі молодняку великої рогатої худоби на 20 тис. голів і більше, по відгодівлі корів м'ясного напрямку на 600 голів і більше;

- племінні господарства і господарства по вирощуванню ремонтного молодняку курей на 25 тис. голів і більше, гусей, качок і індиків на 10 тис. голів і більше, курей-несучок на 100 тис. голів більше;
- господарства по вирощуванню м'ясних курчат на 1 млн. голів і більше.

Споживачі I категорії включають об'єкти, порушення електропостачання яких на 0,5 год., тягне за собою значні матеріальні збитки внаслідок масового псування продукції і серйозні порушення технологічного процесу.

Електроприймачі особливо важливих об'єктів несільськогосподарського призначення, розташовані в сільській місцевості (пункти невідкладної допомоги, пологові будинки, операційні відділення лікарень і т.д.), також відносяться до споживачів I категорії.

Усі споживачі I категорії наряду з основним джерелом живлення зобов'язані забезпечуватись резервним електропостачанням, яке повинно вводитися в дію автоматично. Якщо резервне живлення вводиться в дію не автоматично, то воно повинно включатися після відключення джерела основного електропостачання не пізніше 30 хвилин.

До споживачів II категорії відносять електроприймачі в яких перерва в електропостачанні понад 3,5 годин призводить до порушення виробничого процесу, до зниження виходу сільськогосподарської продукції і її псування. До споживачів II категорії відносять:

- електрифіковані доїльні установки і установки первинної обробки молока;
- електроприймачі ліній по відгодівлі свиней і великої рогатої худоби;
- тваринницькі та птахівницькі ферми колгоспів і радгоспів;
- кормоприготувальні цехи і заводи по електромеханізованому приготуванню і роздачі кормів;
- водопостачання для потреб тваринництва і птахівництва.

Споживачі III категорії - це споживачі, які не відносяться ні до першої, ні до другої категорії. Для них допустимі в часові перерви в електропостачанні, які

потрібно для того, щоб забезпечити ремонт і заміну пошкодження системи електропостачання. Проте ці часові перерви не повинні тривати більше однієї доби.

1.3. Резервні електростанції для електропостачання споживачів I категорії

Резервні електростанції для електропостачання споживачів I категорії, які забезпечують підвищення надійності електропостачання об'єктів, для яких значення питомої шкоди від перерв в електропостачанні відносно високі.

Встановлення таких резервних електростанцій залежить від визначення очікуваної шкоди при нестачі електроенергії і витрат на резервування.

Економічно доцільним застосування резервних електростанцій тоді, коли питомий збиток від недоотпуску електроенергії дорівнює або більше питомих витрат на електроенергію, яка виробляється резервною електростанцією.

На сільськогосподарських підприємствах резервними електростанціями можуть бути комплексні дизельні або бензинові агрегати, потужність яких від 2 до 100 кВт.

Резервні електростанції згідно із своїм призначенням працюють тільки при перервах в електропостачанні. У сільських електричних мережах навіть при найнесприятливіших умовах тривалість перерв не перевищує 150...200 годин на рік. Фактично ж час роботи резервних станцій менший. Це пов'язано з можливим не співпадінням перерв електропостачання та електричних процесів на сільськогосподарських підприємствах. В результаті низького використання резервних агрегатів питомі приведені витрати на вироблену ними електроенергію дуже великі. Тому резервні електростанції економічно доцільно використовувати головним чином на пташниках, в інкубаторіях, на молочнотоварних фермах, а також на великих тваринницьких комплексах.

1.4. Вплив зміни частоти струму, відхилення і коливання напруги на роботу електроприймачів

На роботу зміни частоти струму, відхилень і коливань напруги електроприймачів впливають зміна частоти струму, відхилення і коливання напруги. Так, погіршення якості електричної енергії призводить до порушення нормальної роботи електроприймачів. При цьому зміна різних показників по-різному впливає на роботу окремих видів приймачів. А відхилення частоти струму живлення може впливати на роботу асинхронних двигунів. Так, при збільшенні частоти струму дещо зменшується сила струму в обмотках двигуна, максимальний момент і нагрів, а при зниженні частоти навпаки вони збільшуються. Однак, при зміні частоти в межах декількох відсотків від номінальної, нормальна робота електродвигунів та інших електроприймачів практично не порушуються.

У сільських електричних мережах відхилення напруги є найбільш важливий показник якості напруги. І особливо чутливими до зміни напруги є освітлювальні установки.

Коли відбувається зниження напруги на 10%, тоді світловий потік у ламп розжарювання падає на 80%. При тривалому підвищенні напруги на 10% знижується термін служби ламп в 4 рази, що у свою чергу призводить до швидкого перегорання ламп. Також при цьому виникає перевитрата електричної енергії. Термін служби люмінесцентних ламп при відхиленні напруги на $\pm 10\%$ знижується на 20%. Особливо чутливі до відхилення напруги ультрафіолетові і інфрачервоні джерела променевої енергії, які найчастіше використовуються у тваринництві.

Так, ультрафіолетові лампи при зниженні напруги на 10% не запалюються, а потік променевої енергії на кожен відсоток зміни напруги змінюється приблизно на 2%. В результаті цього відбувається зменшення дози опромінення і не витримується необхідна температура під час обігріву молодняка.

При зниженні напруги відповідно збільшується тривалість роботи електронагрівальних приладів і це порушує ритм виробництва. А підвищення також негативно впливає на нагрівальні елементи, що веде до зниження їх терміну служби.

Будь-яке відхилення напруги також вносять свої корективи на роботу асинхронних електродвигунів. Момент двигуна, що обертається пропорційний квадрату напруги на його затискачах. При зменшенні напруги може статися так зване «перекидання» двигуна, тобто його зупинка. Тоді момент опору може бути більшим за максимальний момент обертання. Відхилення напруги на 10% від номінальної веде за собою зниження надійності включення магнітних пускачів.

Коливання напруги несприятливо впливає не лише на електронагрівальні прилади, на роботу освітлювальних установок, але й викликають миготіння ламп, яке бентежить тварин і водночас знижує продуктивність людської праці.

На фермах і комплексах, які мають електроприймачі з підвищеними вимогами до якості напруги, можна використовувати місцеві засоби регулювання напруги, зокрема автоматичні стабілізатори напруги 380 В, потужністю від 10 до 100 кВ-А.

1.5. Опис роботи біогазової когенераційної електростанції

При наявності значної кількості біосировини та органічних залишків виробництва, як то послід, підстилка, залишки кормів та багато іншого, використання біогазу, як первинного енергоджерела, яке перетворюється в електроенергію.

При цьому когенераційні електростанції, що працюють на біогазі є сучасним розвитком технологій газових електрогенераторів. Європейські споживачі в сільськогосподарському секторі створюють постійно зростаючий попит на дану позицію.

Такі електростанції, до складу яких входить газовий електрогенератор, можуть працювати на біогазі, який за складом достатньо близький до природного, але має певні відмінності. Біогаз може мати різне походження і утворюватись як із залишків рослинництва, тваринництва, садівництва, птахівництва тощо. При чому технологія виробництва біогазу не має значення, тільки спосіб його збирання, попередньої підготовки та подачі в генератор. Хімічний склад біогазу представлено в таблиці 1.

Таблиця 1.1.

Хімічний склад біогазу

Хімічна формула	Складова	Вміст, %
CH_4	Метан	40-75
CO_2	Вуглекислий газ	25-55
H_2O	Водяна пара	0-10
N_2	Азот	
O_2	Кисень	
H_2	Водень	
H_2S	Сірководень	
NH_3	Аміак	

Сучасні електрогенератори, що живляться біогазом, утворені на базі газопоршневого двигуна для створення електричної енергії із заданими характеристиками. Особливістю є підключення таких генераторів до мережі та використання біогазу з точки зору складності його зберігання у великих обсягах для забезпечення резервного електропостачання. У зв'язку із неможливістю створення великого запасу біогазу, потрібно віддати перевагу перетворенню його в електроенергію по мірі виробітку та використання схеми з акумуляторними батареями потрібної потужності.

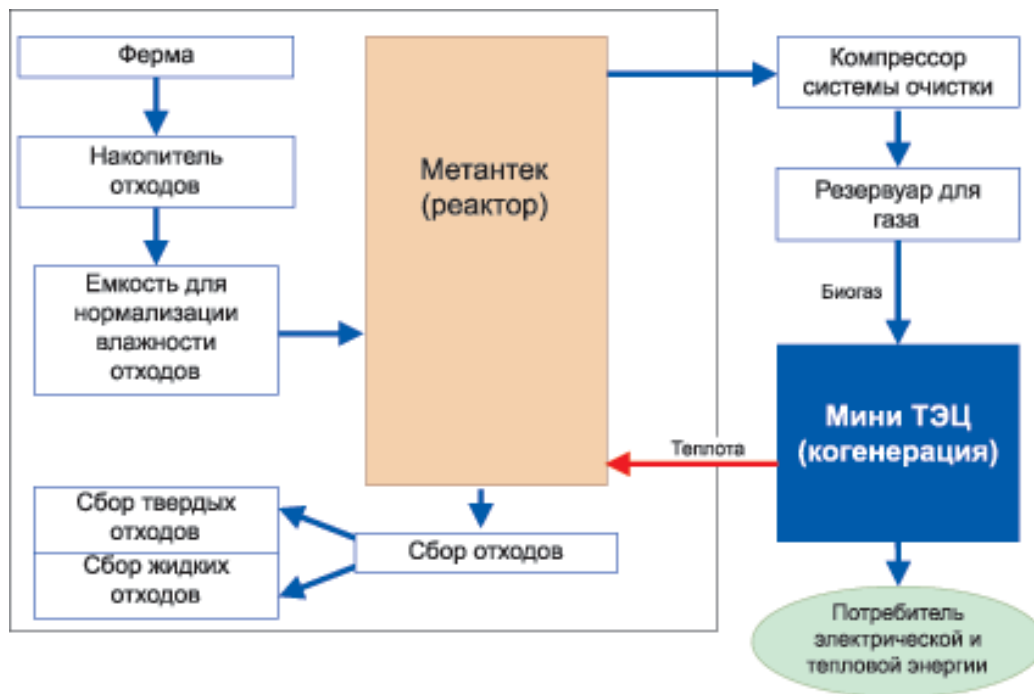


Рис.1.1. Технологічна схема виробництва електроенергії з біогазу

Принципова схема енергопостачання фермерського господарства з використанням біогазу показана на рис.1.2.

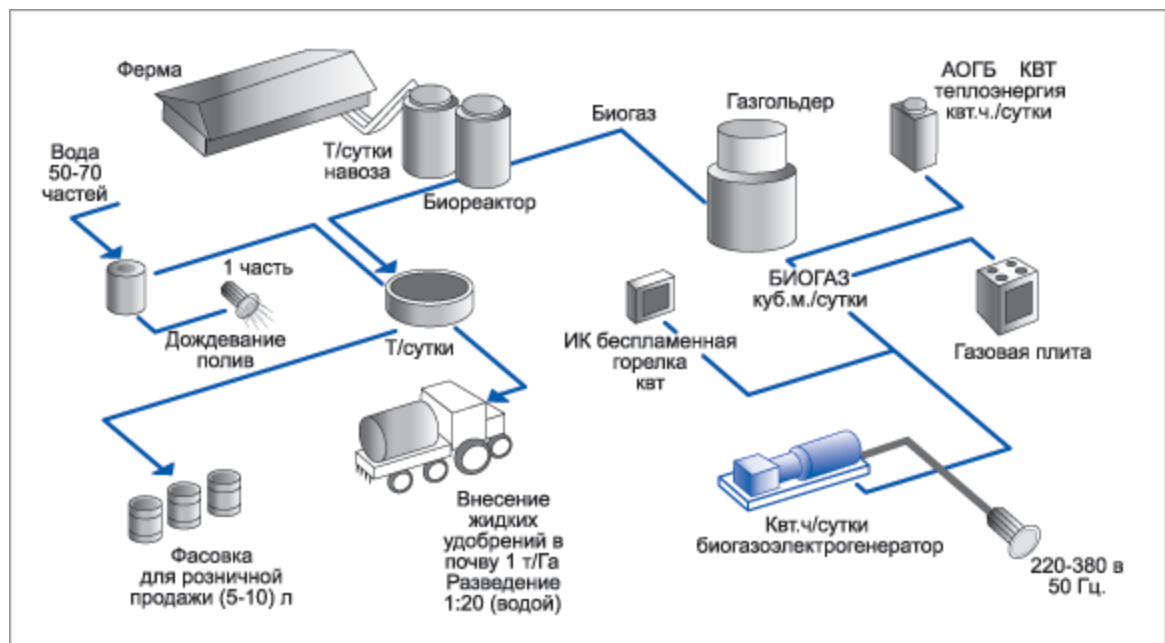


Рис.1.2. Схема резервного енерговостачання фермерського господарства на основі використання біогазу.

Принципова схема живлення когенераційної біогазової електростанції на основі твердофазного виробництва біогазу з органічних залишків представлена на рис.1.3.



Рис.1.3. Схема живлення когенераційної біогазової електростанції на основі твердофазного виробництва біогазу

На рис.1.3. показана схема складування відходів, в тому числі і побутових, розкладання яких буде відбуватись протягом 3...5 років, тому електрогенератори можуть житись з даного обсягу біогазу тривалий час.

1.6. Висновки по розділу 1

У біогазових електрогенераторів є наступні переваги:

- незалежність від зовнішніх енергоджерел та мереж;
- можливість переробки та утилізації власної сировини;
- утилізація органічних відходів як додаткове джерело заробітку;
- зниження шкідливих викидів;
- підвищення екологічності продукції;
- зменшення впливу на клімат і т.ін.

Розділ 2.

РОЗРАХУНОК ВИХІДНИХ УМОВ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

2.1. Розрахунок планового навантаження на електромережі

Для проектування та вибору електрогенератора потрібно визначити навантаження через існуюче обладнання та нормативні вимоги до проектування резервного енергозабезпечення.

Електричні навантаження в мережах 0,4 кВт визначаємо шляхом додавання всіх планових розрахункових навантажень, що визначається електрообладнанням господарства.

При розрахунку враховуємо коефіцієнти одночасності спрацювання потужностей.

Тоді активне навантаження визначаємо як:

$$P_g = K_0 \sum_1^n P_{gi} \quad (2.1)$$

$$P_g = K \sum_1^n P_{vi} \quad (2.2)$$

де K_0 – коефіцієнт, що враховує одночасність [12].

P_{gi} , P_{vi} – активне навантаження, денне та вечірнє, кВт.

Максимальне реактивне навантаження, денне та вечірнє, визначається за формулами:

$$Q_g = K_0 \sum_1^n Q_{gi} \quad (2.3)$$

$$Q_v = K_0 \sum_1^n Q_{vi} \quad (2.4)$$

де Q_{gi} , Q_{vi} – реактивне навантаження в денний та вечірній періоди, кВт.

З вище наведеного, сумарна реактивна потужність складе:

$$P_g = P_{g\text{найб}} + \sum_1^n \Delta P_{gi} \quad (2.5)$$

$$P_v = P_{v\text{найб}} + \sum_1^n \Delta P_{vi} \quad (2.6)$$

де $P_{g\text{найб}}$, $P_{v\text{найб}}$ – максимальне навантаження, що складається зі всіх сумарних навантажень, з урахуванням денного та вечірнього періодів,

ΔP_{gi} , ΔP_{vi} – додаткове найбільше активне та реактивне навантаження по таблиці 2.1. [11].

Таблиця 2.1.

Результати розрахунків навантажень на вході в тваринницькій фермі на 400 голів ВРХ

Спиживач	Кіл ьк.	K_0	Активне навантаження, кВт				Реактивне навантаження, кВт			
			Вхід		Розрах.		Вхід		Розрах.	
			P_{gi}	P_{vi}	P_g	P_v	Q_{gi}	Q_{vi}	Q_g	Q_v
Ферма	2	0,85	60	80	102	136	35	40	60	68
Цех приготуван ня кормів	1	1	90	100	90	100	80	90	80	90
Система опалення	1	1	55	60	55	60	35	31	35	31
Система освітлення	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
ИТОГО					247	300			175	189

Потужності цеху з приготування кормів:

$$P_{\text{рас.}} = K_0 \cdot P_{\text{gi}} = 1 \cdot 90 = 90 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{рас.в}} = K_0 \cdot P_{\text{vi}} = 1 \cdot 100 = 100 \text{ кВт}$$

Реактивні навантаження:

$$Q_{\text{g}} = K_0 \cdot Q_{\text{gi}} = 1 \cdot 80 = 80 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{в}} = K_0 \cdot Q_{\text{vi}} = 1 \cdot 90 = 90 \text{ кВт}$$

Приміщення для худоби (активна потужність):

$$P_{\text{g}} = 2 \cdot 0,89 \cdot 60 = 102 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{в}} = 2 \cdot 0,89 \cdot 80 = 136 \text{ кВт}$$

Приміщення для худоби (реактивна потужність):

$$Q_{\text{g}} = 2 \cdot 0,85 \cdot 35 = 60 \text{ кВар}$$

$$Q_{\text{в}} = 2 \cdot 0,85 \cdot 40 = 68 \text{ кВар}$$

Система опалення, активна та реактивна потужності:

$$P_{\text{g}} = 1 \cdot 55 = 55 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{в}} = 1 \cdot 60 = 60 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{g}} = 1 \cdot 35 = 35 \text{ кВар}$$

$$Q_{\text{в}} = 1 \cdot 35 = 35 \text{ кВар}$$

Разом сумарне навантаження по фермі в цілому, активне та реактивне:

$$P_{\text{g}} = 102 + 90 + 55 = 247 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{в}} = 136 + 100 + 60 + 4 = 300 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{g}} = 60 + 80 + 35 = 175 \text{ кВар}$$

$$Q_{\text{в}} = 68 + 90 + 31 = 189 \text{ кВар}$$

Розрахунки проводимо по вечірньому періоду, оскільки по статистиці підприємства, саме у вечірній час спостерігається пікове навантаження на електромережу.

Коефіцієнт використаної потужності визначаємо як:

$$\cos\varphi = P_e / S_B \quad (2.7)$$

$$\cos\varphi = 300 / 354,6 = 0,85$$

де P_B – розрахункова активна потужність, кВт.

S_B – сумарна потужність, кВар

Звідси повна активна потужність визначається як сума всіх потужностей:

$$S_{\text{расч}} = \sqrt{P_e^2 + Q_B^2} \quad (2.8)$$

$$S_{\text{расч}} = \sqrt{300^2 + 189^2} = 354,6 \text{ кВ}$$

2.2. Вибір силового трансформатора 10/0,4 кВ

Вибираємо трансформатор для ПС 10/0,4 кВ з урахуванням інтервалів навантаження та мінімально необхідних потужностей для забезпечення життєво необхідних потреб ферми, виходячи з умови:

$$S_{\text{нт}} \geq S_{\text{расч}} \quad (2.9)$$

де $S_{\text{нт}}$ – номінальна потужність трансформатора, кВа,

– повна розрахункова потужність, кВ

$$S_{\text{расч}} = \sqrt{P_e^2 + Q_B^2} = \sqrt{300^2 + 189^2} = 354,6 \text{ кВ}$$

Приймаємо трансформатор з потужністю:

$$10/0,4 \text{ кВ } S_{\text{нт}} = 400 \text{ кВ} \geq S_{\text{расч т.п.}} = 354,6 \text{ кВ.}$$

Технічна характеристика трансформатора ТМ-400 наведена в таблиці 3.1

Таблиця 2.2

Трансформатор ТМ-400 та його технічна характеристика [8]

Марка	S_{HT} , кВа	I_{BH} , кВ	I_{HH} , кВ	ΔP_x , кВ	ΔP_{K3} , кВ	I_K , %	ПБВ
ТМ	400	10	0,4	1,05	5,5	4,5±	2x2,5

Перевіряємо потужність трансформатора по аварійним перевантаженням:

$$\frac{S_p}{h \cdot S_{HT}} \leq K_c \quad (2.10)$$

де K_c – середньодобовий коефіцієнт системного навантаження трансформатора при температурі оточуючого середовища $t - 15^\circ$ $K_c - 0,93$.

$$\frac{354,6}{400 \cdot 1} \leq 0,93 \quad \text{- умова виконується.}$$

Розрахуємо втрати в трансформаторі:

$$\Delta W = \Delta P_x \cdot 8760 + \Delta P_k \left(\frac{S_p}{S_{HT}} \right)^2 \cdot \tau \quad (2.11)$$

де ΔP_x – втрати холостого ходу в трансформаторі, кВт,

ΔP_k – втрати від КЗ (короткого замикання, кВт),

τ – час врахування втрат, год.

$$\Delta W = 1,05 \cdot 8760 + 5,5 \left(\frac{354,6}{400} \right)^2 \cdot 1450 = 17177,5 \quad \text{кВт/год.}$$

Втрати напруження в лінії 10 кВ:

$$\Delta U = \frac{(P_p \cdot R_0 + Q_p \cdot x) \cdot \ell}{U_n^2} 100 \quad (2.12)$$

$$\Delta U = \frac{(300 \cdot 0,6 + 189 \cdot 0,4) \cdot 5}{10^2} 100 = 1,28\%$$

Таблиця 2.3.

Зведена таблиця відхилення напруг

Складовий елемент	Навантаження, %	
	100	25
Шини 10 кВ, $\Delta U_{ш10}$	+5	0
Лінія 10 кВ, ΔU_{10}	-1,28	-0,32
Трансформатор 10/0,4 кВ:		
Втрати напруги	-2,3	-0,575
Додаткова надбавка	+5	+5
Надбавка регульована	-2,5	-0,625
Лінія 0,4 кВ:		
Зовнішня	-6,42	0
Внутрішня	2,5	0
Відхилення в нарузі, яке стосується кінцевого споживача	-5	+3,48

Допустима напруга в лінії 0,4 кВ:

$$\Delta U_{\text{доп}}^{100} = 5 - 1,28 + 5 - 4,8 - (-5) = 8,92\%$$

Втрати напруги зовнішньої мережі:

$$\Delta U_{\text{доп.нагр}} = 8,92 - 2,5 = 6,42\%$$

Відхилення в нарузі, яке буде фіксуватись у кінцевого споживача електроенергії:

$$\Delta U^{25} = 0 - 0,32 + 5 - 0,575 - 0,625 = 3,48\%$$

2.3. Висновки по розділу 2

В процесі розрахунків було визначено споживчу потужність в нормальному та аварійному режимах роботи, визначені потужності першої необхідності та оцінений потенціал почергового підключення споживачів до електрогенератора резервного живлення.

Також проведені розрахунки потенційних характеристик мережі під час аварійної роботи від резервного генератора. Розрахунки показали задовільний результат, що дозволить забезпечити ефективну роботу господарства в умовах відключення електропостачання.

Також було вибрано трансформатор для ПС 10/0,4 кВ з урахуванням інтервалів навантаження та мінімально необхідних потужностей для забезпечення життєво необхідних потреб ферми

Розділ 3

ВИБІР МОДЕЛІ ТА СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ РЕЗЕРВНОГО ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА на

3.1. Вибір резервного генератора

Для забезпечення надійного резервного електропостачання передбачається використання електрогенератора на біогазовому живленні. При цьому, з урахуванням вимог «Правил експлуатації електроустановок», резервний генератор є обов'язковим для живлення електроенергією споживачів I-ї категорії, для яких припинення електропостачання може призвести до незворотніх наслідків. Само до I категорії відноситься тваринницька ферма.

Як резервне енергоджерело обрано газовий електрогенератор GENERAC SG 184, загальний вигляд якого представлений на рис. 3.1.



Рис.3.1. Газовий електрогенератор GENERAC SG 184

Основні технічні характеристики газового генератора GENERAC SG 184 приведені нижче [8]:

Вид палива:	газ, біогаз
Максимальна потужність, кВт	189

Номинальна потужність, кВт	184
Тип запуску	електростарт/автоматика (АВР)
Напруга номінальна, В	380
Витрати палива, м.куб/год	58,6
Кількість фаз	3
Частота, Гц	50
Тип альтернатора	синхронний
Рівень шуму, Дб	87
Виконання	закрите, вентильоване

Призначення стаціонарного газового генератора GENERAC SG 184 полягає у використанні в якості додаткового, резервного або основного джерела змінного струму для забезпечення електроенергією споживачів, в т.ч. фермерських господарств.

Такий генератор може жити декілька споживачів сумарною напругою 230 кВт. Таким чином, електроенергію можна продавати як в мережу, так і іншим споживачам.

Газовий генератор GENERAC SG 184 має ряд особливостей, що визначаються його складовими елементами.

Двигун газовий поршневий

Генератор оснащений чотиритактним двигуном виробництва Generac. Він працює на газу.

Характеристики двигуна:

тип двигуна: 8-циліндровий;

Запуск: автоматичний старт;

Середня витрата палива: 58,6 мЗ;

Датчик контролю рівня масла: є;

Охолодження двигуна: рідинне;

Лічильник мото-годин: €;

Акумуляторна батарея: €;

Корпус

Корпус генератора Generac SG 184 виготовлений з металу. Завдяки спеціальному антикорозійного покриття, корпус захищений від корозії. Корпус надійно ізолюваний і захищений від шуму, ефективно захищає від пошкоджень, вологи і пилу вузли генератора. Завдяки захисному кожуху, генератор можна встановлювати на вулиці і експлуатувати в будь-яку погоду.

Альтернатор

В даному генераторі встановлено синхронний альтернатор. Діапазон коливань напруги не перевищує 1% в обидві сторони. При цьому альтернатори не страшні навантаження з великою амплітудою (пускові струми). Обмотка генератора виготовлена технічною з міді, забезпечуючи довговічність і надійність роботи.

Панель управління

Стаціонарний генератор Generac SG 184 оснащений електронною панеллю керування. Її електронний екран дозволяє чітко бачити показники роботи навіть при високому зовнішньому освітленні.

На дисплей виводяться всі основні показники роботи генератора: частота, обертів двигуна, температура двигуна, напруга, споживана навантаження, помилки, кількість запусків, сумарна напрацювання мотогодин і багато іншого.

АВР (автоматичне введення резерву): при відключенні подачі електроенергії від централізованої електромережі, автоматика самостійно запустить генератор.

Перевіряємо потужність генератора за умовою достатності, вона має бути більшою або дорівнювати мінімально потрібній в умовах пікового навантаження та диверсифікації послідовності підключення обладнання:

$$P_{\text{г}} \geq P_{\text{max}} \quad (3.11)$$

$$P_{\text{г}} = 230 \text{ кВт} \geq P_{\text{max}} = 210 \text{ кВт.}$$

Число необхідних генераторів – 1.

3.2 Обґрунтування схеми підключення резервного газового електрогенератора в мережу

Вибираємо схему підключення, що відповідає призначенню даного електрогенератора і дозволяє використовувати його в якості резервного джерела живлення. Така схема представлена на рис. 3.2. і відображає всі необхідні технічні характеристики. Так, обмотка статора G виконана однотипно з більшістю електрогенераторів асинхронного типу. Ротор генератора має чітко виражені полюси та місце, де розміщена обмотка збудження GL генератора, що одержує живлення від автоматизованої системи подачі сигналу. Струм в обмотці збудження регулюється шунтовим реостатом R2. У ланцюг збудження включений резистор RV. Його призначення - гасіння магнітного поля генератора. Опір дішунтірується при відключенні генератора системного захисту, а також для включення генератора на паралельну роботу - методом самосинхронізації.

На рис. 3.2 обмотки системи збудження і регулювання напруги генератора показані схематично. Обмотка силового трансформатора T і трифазний випрямляч UZ - це силова ланцюг живлення обмотки збудження. При обертанні ротора за рахунок залишкового магнетизму в його полюсах і в сталі статора утворюється початкова ЕРС в обмотках G і T, але вона недостатня для того, щоб відкрився випрямляч UZ. Тому початкова збудження створюється подачею

імпульсу струму в обмотку збудження по ланцюгу GB від акумулятора або за допомогою резонансної системи, магнітно пов'язаної з системою збудження.

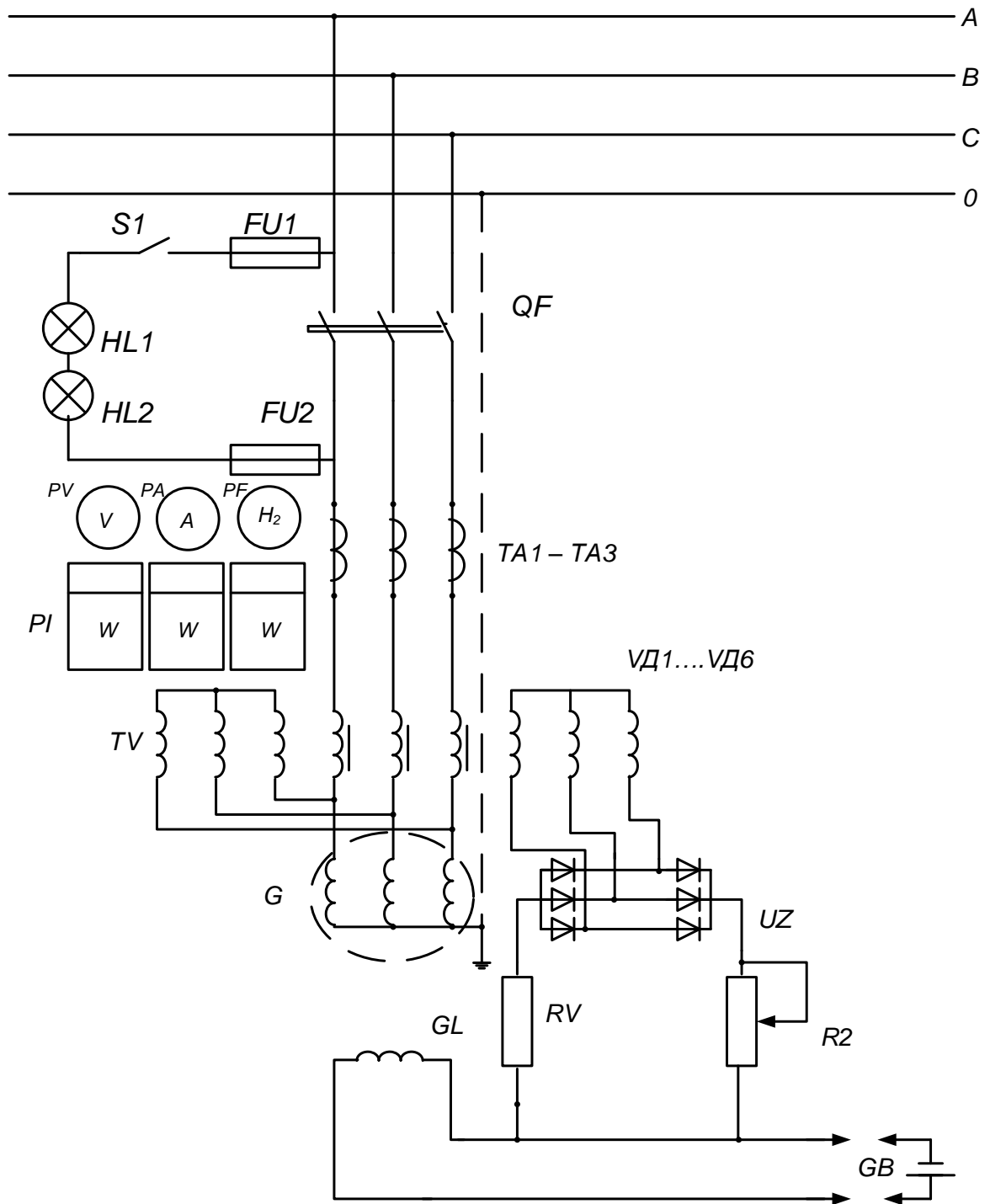


Рис. 3.2 Схема з'єднання електрогенератора з автоматичною системою керування

Обмотка TV використовується в блоці регулятора збудження, який на схемі не показаний. Він підключений до висновків GB. Включення генератора і його захист від зовнішніх КЗ здійснюється автоматичним вимикачем QF. Для живлення вимірювальних приладів встановлені трансформатори струму ТА! - ТА3; вольтметр PV і частотметр PF підключаються безпосередньо до генераторного напруги. Точність синхронізації контролюють лампами Ш. Для управління генератором і розподілу навантаження встановлено спеціальний щит [22].

3.3. розробка однолінійної схеми електропостачання

Автоматичне керування роботи генератора забезпечується схемою підключення в електричну мережу напругою 380В. В даній схемі не допускається паралельна робота генератора та основного джерела живлення.

При виконанні кваліфікаційної роботи було обрано одну з серед чотирьох схем таку, яка найбільше відповідала існуючій схемі розташування мереж та споживачів на об'єкті, місце розташування трансформаторної підстанції ТП 10/0,4 кВ, організацію обслуговування мережі 380 В на об'єкті та фізичну наявність місця (площадки) під розташування електрогенератора на підприємстві.

Таким чином була обрана однолінійна схема з одного з варіантів включення споживачів із застосуванням розподільчого пункту, представлена на рис.3.3. В даній схемі в складі наявні:

Т – трансформатор 10/0,4 кВ,

S2 – рубильник,

FU – плавкий запобіжник,

Шини 0,4 кВ,

Д – кабельна вставка,

S1 – рубильник-перемикач,

QF – автоматичний вимикач,

ТА – трансформатор струму,

PI – лічильник згенерованої електроенергії,

G – біогазовий електрогенератор.

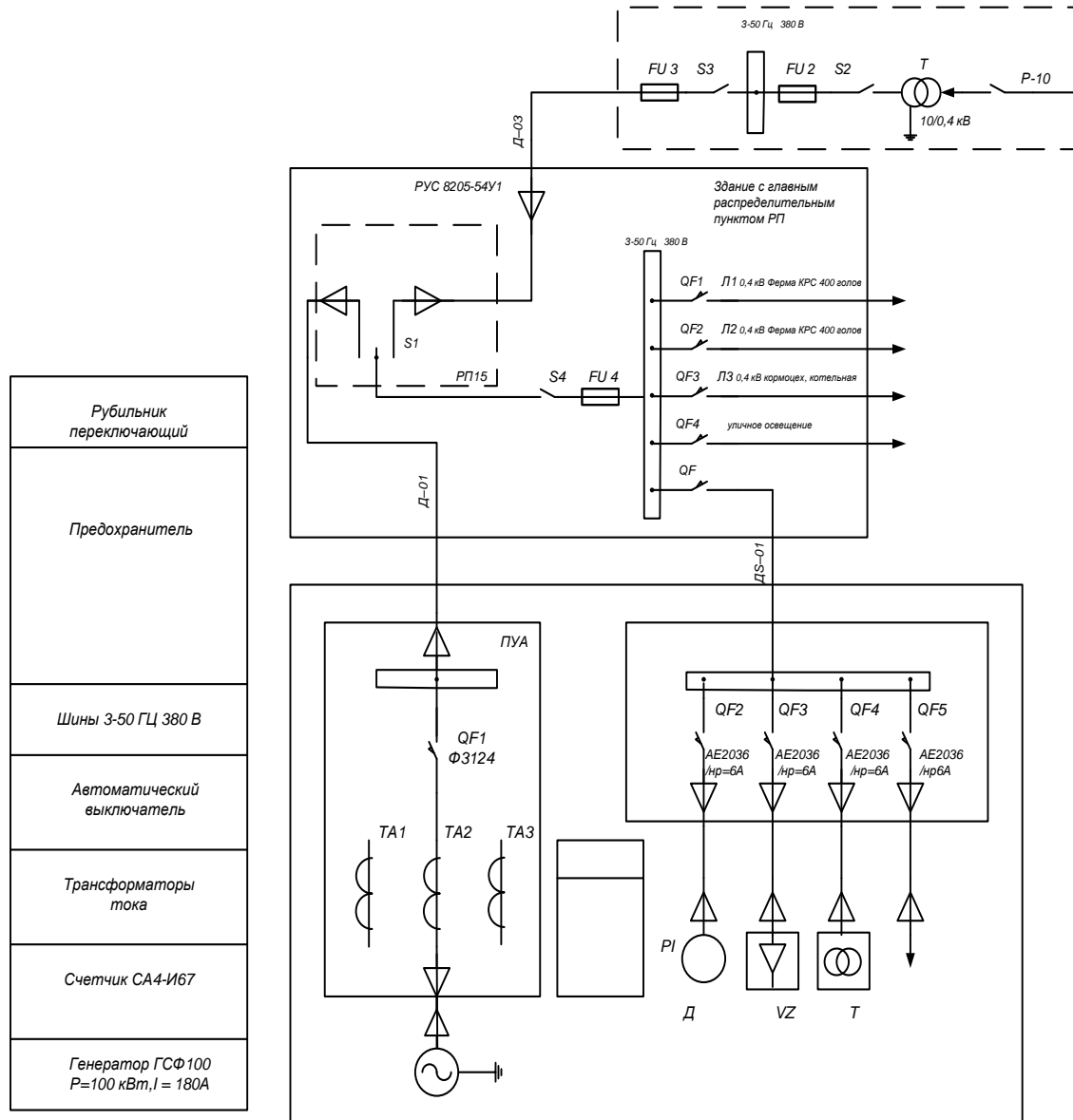


Рис. 3.3. Схема приєднання біогазового електрогенератора до електричної мережі діючого фермерського господарства

Схема підключення трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ потужністю, що відповідає потужності електрогенератора, складається з автоматичного роз'єднувача, розрахованого на напругу 10 кВ марки РЛНД. Такий роз'єднувач обладнаний заземленням у вигляді ножів, і встановлюється на відповідній електроопорі лінії такої ж напруги. До складу схеми також входять вентиляльні розрядні пристрої, що виконують захисні функції на випадок атмосферних електричних явищ або внутрішніх стрибків напруги. Крім того необхідно використовувати запобіжники, які слід встановити єдиним блоком в пристрої найвищої напруги. Це дозволить убезпечити трансформаторну підстанцію від коротких замикань.

При встановленні запобіжників їх з'єднують з прохідними ізоляторами та силовим трансформатором. Всі інші види апаратів встановлюються в регульовальному пристрої РУ 0,4 кВ, в якому на вводі встановлений рубильник, розрядники вентиляного типу, трансформатори струму, лічильник електроенергії тощо.

У випадку к.з. система захисного відключення ліній, що відходять від трансформаторної підстанції спрацьовує автоматично за допомогою автоматичних вимикачів, для спрацювання яких в проводах нульового струму додатково встановлені струмові реле.

3.4. Висновки до розділу 3

У нормальному режимі забезпечення електроенергією основних споживачів здійснюється від зовнішнього джерела електропостачання .

Обране обладнання та схема включення в мережу дозволяють гарантувати максимальну енергетичну безпеку об'єкта енергоспоживання.

ВИСНОВКИ

Для таких складних багаторівневих систем, від працездатності яких залежить не тільки робота ферми, але й виживання птахів чи тварин, надзвичайно важливим є забезпечення безперебійного електропостачання.

У біогазових електрогенераторів є наступні переваги: незалежність від зовнішніх енергоджерел та мереж; можливість переробки та утилізації власної сировини; утилізація органічних відходів як додаткове джерело заробітку; зниження шкідливих викидів; підвищення екологічності продукції; зменшення впливу на клімат і т.ін.

В процесі розрахунків було визначено споживчу потужність в нормальному та аварійному режимах роботи, визначені потужності першої необхідності та оцінений потенціал почергового підключення споживачів до електрогенератора резервного живлення.

Також проведені розрахунки потенційних характеристик мережі під час аварійної роботи від резервного генератора. Розрахунки показали задовільний результат, що дозволить забезпечити ефективну роботу господарства в умовах відключення електропостачання.

Також було вибрано трансформатор для ПС 10/0,4 кВ з урахуванням інтервалів навантаження та мінімально необхідних потужностей для забезпечення життєво необхідних потреб ферми

У нормальному режимі роботи забезпечення електроенергією основних споживачів здійснюється від зовнішнього джерела електропостачання - трансформаторної ПС через перемикаючий рубильник і розподільний пункт РП.

Обране обладнання та схема включення в мережу дозволяють гарантувати максимальну енергетичну безпеку об'єкта енергоспоживання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник / Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
2. Белікова Л.Я. Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / Л.Я. Белікова, В.П. Шевченко. – О. : Наука і техніка, 2012. – 480 с.
3. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – М. : Колос, 2004. – 344 с.
4. Гаврилюк І. А. Електропривод в АПК. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола. – Харків : Факт, 2009. – 280 с.
5. Гаврилюк І. А. Курс лекцій з електроприводу сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній : підруч. / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола. – Харків : Факт, 2008. – 260 с.
6. Гончар В. Ф. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок : навч. посіб. / В. Ф. Гончар, Л. П. Тищенко. – К. : Вища шк., 1989. – 343 с.
7. Електропривод : підруч. / Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, П. І. Савченко та ін.; за ред. Ю. М. Лавріненка. – К. : „Ліра-К”, 2009. – 504 с.
8. Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование. – М. : Агропромиздат, 1988. – 480 с.
9. Кацман М.М. Электрические машины. – М. : Высшая школа, 1990. – 463 с.
10. Кацман М.М. Лабораторные работы по электрическим машинам и электроприводу. – М. : Издательский центр "Академия", 2011. – 256 с.
11. Кашенко П.С. Електропривод сільськогосподарських машин. Методичні вказівки щодо виконання курсового проекту. – Немішаєве. : НМЦ, 2002. – 77 с.

12. Куценко Ю.М. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев та ін. – К. : Аграрна освіта, 2013. – 449 с.
13. Климентовський Ю. А. Технічні засоби автоматики / Ю. А. Климентовський, А. М. Гладкий. – К. : Вид-во „ДВІД”, 2003. – 238 с.
14. Логвінов Г. С., Прядко В. А., Яремчук Л. М. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок. – Ж., 2013.
15. Мартиненко І.І., Головинський Б.П., Лисенко В.П. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. – К. : Урожай, 1995. – 224 с.
16. Марченко І.І., Лисенко В.М., Тищенко Л.П., Лукач В.С. Проектування систем електрифікації та автоматизації сільського господарства. К. : Вища школа, 1999 – 201 с.
17. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві / За ред. О.С. Марченка. – К. : Урожай, 1995. – 416 с.
18. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Дисконт, 1995. – 260 с.
19. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Основа, 1998.
20. Практикум з електроприводу і електрообладнання ; уклад. : Ю. М. Лавріненко, О. Ю. Синявський, П. В. Олійник. – К. : Видав, центр НУБіП, 2008. – 78 с.
21. Нагорний А.В., Манжара В.М. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування : НМЦ, 2003. – 82 с.
22. Черник М.А. Електричні машини: збірник задач / М.А. Черник, В.Г. Гайдук. – К. : Львівська політехніка, 2008. – 176 с.

ДОДАТКИ