

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Система електропостачання молочнотваринницького комплексу

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕТ-41
спеціальності 141
електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Ворончак В. І. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Бабюк С. М. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Коваль В. П. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	Коваль В. П. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	 (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Коваль В. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 27 » січня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Ворончаку Віталію Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система електропостачання молочнотваринницького комплексу

Керівник роботи Бабюк Сергій Миколайович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2025 року № 4/7-52

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи Генеральний план молочнотваринницького комплексу, технологічний план розташування обладнання, встановлена активна потужність комплексу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунковий розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Актуальність. Мета роботи. Завдання. Схема та фотографія будови індустріальної каруселі доїльної установки. Структура електричної мережі робочого освітлення. Розрахунок уентру електричних навантажень. Розрахункова схема визначення струмів КЗ в мережі 10 кВ та 0,4 кВ. Розрахункова схема для визначення струмів КЗ в мережах живлення 0,4 кВ. Розрахункова схема живлення вентиляторів. Епюра відхилень напруги. Загальні висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	К.т.н., доцент Гурик О. Я.		

7. Дата видачі завдання 27 січня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2025	
2	Аналітичний розділ	28.02.2025	
3	Розрахунковий розділ	31.03.2025	
4	Проектно-конструкторський розділ	30.04.2025	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2025	
6	Висновки	10.06.2025	
7	Оформлення пояснювальної записки	15.06.2025	
8	Оформлення графічної частини	15.06.2025	

Студент

(підпис)

Ворончак В. І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бабюк С. М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Ворончак Віталій Ігорович – Система електропостачання молочнотваринницького комплексу.

Стор. – 58; рис. - 11; табл. - 3; джерел - 26; додатків - - .

В даній кваліфікаційній роботі бакалавра проведено розрахунок електропостачання підприємства за економічними та енергетичними показниками.

Виконано розрахунок навантажень молочно-тваринницького комплексу та вибір джерела живлення, розглянуто 3 варіанти підключення об'єкта до мережі, та вибрано оптимальний варіант.

Здійснено світлотехнічний розрахунок електричного освітлення, а саме: розрахунок робочого та аварійного освітлення, а також побудовано структуру електричної мережі робочого освітлення.

Проведено розрахунок та вибір числа та потужності трансформаторних підстанцій, а також розрахунок центру електричних навантажень, відповідно до якого вибрано місця розташування трансформаторних підстанцій.

Здійснено розрахунок та перевірка захисних апаратів електричних приймачів та електричних мереж.

Проаналізовано якість напруги системи електропостачання та розрахунок відхилення напруги для характерних електроприймачів.

Перелік ключових слів: ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, СВІТЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ, ВИБІР ОБЛАДНАННЯ, РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ, ПЕРЕВІРКА.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Методи енергозбереження та підвищення енергоефективності	8
1.2 Опис проекту молочно-тваринницького комплексу	11
1.3 Вимоги до електромонтажу	15
1.4 Вимоги до електропостачання	16
1.5 Висновки до розділу 1	18
2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Розрахунок навантажень молочно-тваринницького комплексу та вибір джерела живлення	19
2.2 Світлотехнічний розрахунок електричного освітлення	21
2.2.1 Розрахунок робочого освітлення	21
2.2.2 Розрахунок аварійного освітлення	26
2.2.3 Розрахунок потужності освітлювального навантаження	27
2.3 Розрахунок числа та потужності трансформаторних підстанцій	28
2.4 Розрахунок центру електричних навантажень	33
2.5 Висновки до розділу 2	34
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1 Вибір перерізів жил кабелів у мережі 10 та 0,4 кВ	36
3.2 Розрахунок струмів трифазного короткого замикання	40
3.2.1 Розрахунок струмів КЗ на напругу 10 кВ	40
3.2.2 Розрахунок струмів КЗ на напругу до 1 кВ	41
3.3 Розрахунок струмів однофазного короткого замикання	45

3.4 Перевірка елементів мережі системи електропостачання	45
3.4.1 Перевірка обладнання вище 1 кВ на струми к.з.	45
3.4.2 Розрахунок та перевірка захисних апаратів електричних приймачів та електричних мереж	46
3.5 Аналіз якості напруги системи електропостачання та розрахунок відхилення напруги для характерних електроприймачів	47
3.6 Висновки до розділу 3	48
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	49
4.1 Заходи та засоби з електробезпеки	49
4.2 Заходи з пожежної безпеки на підприємстві	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	55
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	56
ДОДАТКИ	59

ВСТУП

Сучасне зростання сільськогосподарської галузі неможливе без інновацій у суміжних галузях. ІТ-індустрія, електроенергетика, машинобудування – усі ці галузі є суміжними та їх кількість інновацій у цій галузі безпосередньо впливає на сільськогосподарську галузь та рівень життя в цілому.

В останні роки в нашій країні сталося різке скорочення обсягів випуску продукції сільськогосподарськими підприємствами. Електрообладнання почало працювати з недовантаженням. Системи енергопостачання, спроектовані на номінальні режими, також працюють з недовантаженням. Це спричиняє зниження ефективності роботи систем електропостачання, призводить до збільшення втрат. Водночас відзначається постійне збільшення розміру тарифів на енергоресурси. Сьогодні, при випереджальному зростанні тарифів та цін на енергоносії порівняно з цінами на сільгосппродукцію частка енерговитрат у її собівартості різко зросла, деяким видам – до 30...50% і більше [1].

Забезпечення надійного та ефективного електропостачання є критичним аспектом для функціонування будь-якого промислового підприємства. В умовах постійного розвитку технологій та зростаючих вимог до енергоефективності, вирішення проблем, пов'язаних із системами електропостачання, стає актуальним завданням.

Даний молочно-тваринницький комплекс обладнаний сучасними системами вентиляції, теплопостачання, газовідведення, а також автономною системою утилізації відходів.

Все це вимагає великої кількості та якості електроенергії, що забезпечується безперервним постачанням.

Сучасні молочно-тваринні ферми стикаються з кількома проблемами у сфері електропостачання [2,3]:

1. Перебої з електропостачанням: Відключення електроенергії можуть тривати декілька годин на добу, особливо на прифронтових та уражених війною територіях. Це впливає на процеси доїння та охолодження молока, що є найбільш

енергоємними.

2. Висока собівартість електроенергії: Використання дизель-генераторів для компенсації відключень електроенергії значно підвищує собівартість виробництва молока. Це впливає на ціни на молочну продукцію.

3. Необхідність технічного обслуговування: Електрогенератори потребують регулярного технічного обслуговування, що також призводить до додаткових витрат.

4. Обмежені ресурси: Малі та середні молочні ферми часто обмежені в ресурсах і не можуть дозволити собі дорогі генератори. Це робить їх вразливими до перебоїв з електропостачанням.

5. Пікове споживання електроенергії: Пікове споживання електроенергії під час доїння може бути високим, що вимагає великої потужності генератора.

Ці проблеми вимагають постійного моніторингу та вдосконалення технологій для забезпечення стабільного електропостачання на молочних фермах.

Метою роботи є розрахунок електропостачання підприємства за економічними та енергетичними показниками.

Основні завдання, які необхідно виконати в роботі:

- розрахунок навантажень;
- вибір живильної підстанції;
- вибір провідників, обладнання;
- визначення характеристик трансформаторної підстанції.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Методи енергозбереження та підвищення енергоефективності

Основні методи енергозбереження та підвищення енергоефективності можна поділити на організаційно-економічні, технічні та структурно-енергетичні [4].

Організаційно-економічні заходи включають навчання персоналу, який відповідає за підвищення енергоефективності, а також всього персоналу з питань енергозбереження. Це також передбачає проведення планових оглядів будівель та обладнання, тепловізійних обстежень та енергоаудитів, перевірку приладів обліку енергоресурсів, а також виконання ремонтних робіт відповідно до вимог енергоефективності. Важливими економічними методами енергозбереження є впровадження систем мотивації та стимулювання за економію енергоресурсів, а також прийняття управлінських рішень у галузі енергозбереження. Такі заходи здійснюються з мінімальним залученням ресурсів (людських, фінансових, технічних) і є важливими для підвищення енергоефективності сільськогосподарського виробництва [4].

Технічні заходи спрямовані на заміну обладнання на більш енергоефективне та впровадження нових енергозберігаючих технологій. Серед таких заходів найважливішими є вдосконалення систем освітлення, автоматизоване керування електроприводами, економічні водонагрівачі та локальні електрообігрівачі [4]. Одним із перспективних способів економії електроенергії є заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі. Недоліками ламп розжарювання є низький коефіцієнт корисної дії (ККД), який становить всього 4-5%, великі витрати електроенергії, низька світлова віддача та короткий термін служби. Замінюючи лампи розжарювання на компактні люмінесцентні (КЛЛ) та світлодіодні лампи, можна значно підвищити енергоефективність. КЛЛ мають ККД 75-90% і світлову віддачу, що в п'ять разів перевищує аналогічний показник ламп розжарювання. Крім того, КЛЛ мають термін служби в 5-15 разів

більший, ніж у ламп розжарювання. Світлодіодні лампи відрізняються тривалим терміном служби (до 100000 годин), широким спектром кольорів, який включає від теплого білого (2700K) до холодного білого (6500K), екологічністю завдяки відсутності ртуті, фосфору та ультрафіолетового випромінювання, а також високою світловою віддачею.

Автоматизовані системи керування електроприводами є другим за значенням технічним заходом після освітлення. У сучасному сільськогосподарському виробництві використовується велика кількість електродвигунів, проте їх завантаження часто становить лише 20-30%. Технологію використання частотно-регульованого електроприводу визнано найбільш ефективним енергозберігаючим заходом і ресурсозберігаючою екологічно чистою технологією. Частотне регулювання електроприводами здійснюється у системах водозабору, вентиляції та мікроклімату, у вакуумних насосах доїльних установок, різних транспортерах. Термін окупності від використання частотно-регульованого електроприводу становить від 0,5 до 2 років. Заміна застарілого обладнання на енергозберігаюче високих класів енергоефективності є природним процесом зниження енергоємності сільськогосподарського виробництва. В основному це стосується свердловинних та вакуумних насосів із системами управління, енергозберігаючих водонагрівальних установок для підігріву води на технологічні потреби тваринницьких ферм, системи водопідготовки, місцевого інфрачервоного обігріву молодняку тварин та допоміжних приміщень, реконструкції систем нагріву води для технологічних потреб, обігріву приміщень для сушіння одягу та взуття працівників ферм з водяним та твердотілим акумулятором "позапікової" електроенергії тощо. І тут термін окупності визначається індивідуально і становить від 1,4 до 5,5 років.

Структурно-енергетичні заходи зосереджені на використанні вторинних енергоресурсів, місцевих та відновлюваних джерел енергії для досягнення енергетичного балансу сільськогосподарських підприємств. Оптимізація структури енергетичних потоків дозволяє мінімізувати питомі енерговитрати.

Багато тваринницьких господарств використовують теплообмінники для опалення доїльних блоків за рахунок утилізації тепла тварин. Теплові насоси "повітря-повітря" та "вода-повітря" також знаходять все ширше застосування на фермах і в побуті, хоча термін їх окупності може складати 7-9 років. Системи з використанням деревних та рослинних відходів, місцевих видів палива, газогенератори та вітрогенератори також починають знаходити застосування. Вітрогенераторні установки окупаються за 4,7 роки.

Використання сонячної енергії має два основні методи: як теплової енергії за допомогою різних термосистем або через фотохімічні реакції. Найбільш розповсюдженими є технології використання сонячної енергії для гарячого водопостачання та опалення. Низькотемпературна енергія сонячних колекторів може використовуватися в сільському господарстві для підігріву води на технологічні потреби у тваринництві, підігріву ґрунту та води у тепличному господарстві, підігріву води у підсобних приміщеннях (майстерні, гаражі тощо). У побуті сонячна енергія може використовуватися для підігріву води в ємностях для поливу та технологічних потреб, у басейнах. Термін окупності таких систем становить 6,5 років.

Фотоелектричні системи (сонячні батареї) – це довговічний та екологічно чистий спосіб перетворення сонячної енергії на електроенергію. Сонячні батареї забезпечують живлення систем сигналізації, аварійного та чергового освітлення, побутової електротехніки. Вони також використовуються для енергозабезпечення насосів для підйому води у віддалених сільських районах, енергозабезпечення екологічно чистих зон масового відпочинку та лікування, забезпечення роботи радіо- та телекомунікаційних систем, маяків, буїв. У сільському господарстві сонячні батареї можуть використовуватися для енергозабезпечення пасік, приміщень для утримання овець, будівель для дрібнотоварного виробництва, рибальських артілей, а також для забезпечення енергією віддалених сіл та робочих точок. Використання відновлюваних джерел енергії, зокрема енергії сонячного випромінювання, дозволяє вирішувати



Рисунок 1.1 – Фотографія будови індустріальної каруселі доїльної установки

Територію тваринницького підприємства поділяють на функціональні зони:

- виробничу;
- зберігання та підготовки кормів;
- зберігання відходів виробництва.

Правильне розташування будівель та приміщень для утримання тварин має критичне значення і визначається відповідно до специфіки технологічного процесу господарства. Зокрема, ветеринарні об'єкти, котельні та гноєсховища відкритого типу, що знаходяться на території підприємства, повинні розташовуватися з підвітряного боку стосовно основних тваринницьких будівель. Це забезпечує мінімізацію можливого забруднення повітря та поширення хвороб.

Крім того, на території ферми слід забезпечити наявність окремих виїздів для різних потреб. Наприклад, необхідно облаштувати окремий виїзд для молоковозу, що дозволить ефективно організувати процес збору молока. Окремий виїзд для ввезення кормів та інших необхідних компонентів дозволяє оптимізувати логістику та уникнути затримок. Так само, слід мати окремий виїзд для вивезення гною, що сприяє ефективному управлінню відходами та покращує санітарний стан ферми.

Не менш важливим є забезпечення системи відведення дощових вод. Це дозволить уникнути затоплення території ферми, що може спричинити значні

проблеми для утримання тварин та функціонування всіх інших об'єктів. Правильне відведення дощових вод сприяє підтриманню належного санітарного стану та зменшує ризик виникнення хвороб серед тварин.

Найважливішим виробничим відділенням на молочно-тваринницькому комплексі є доїльня. Всю будівлю можна поділити на 3 виробничі блоки:

- адміністративно-побутовий блок, де забезпечено набір необхідних побутових та адміністративних приміщень;
- 2 доїльні зали типу карусель на 60 місць кожна;
- накопичувач та сортувальна зона, поєднані зі скотопрогінною галереєю.

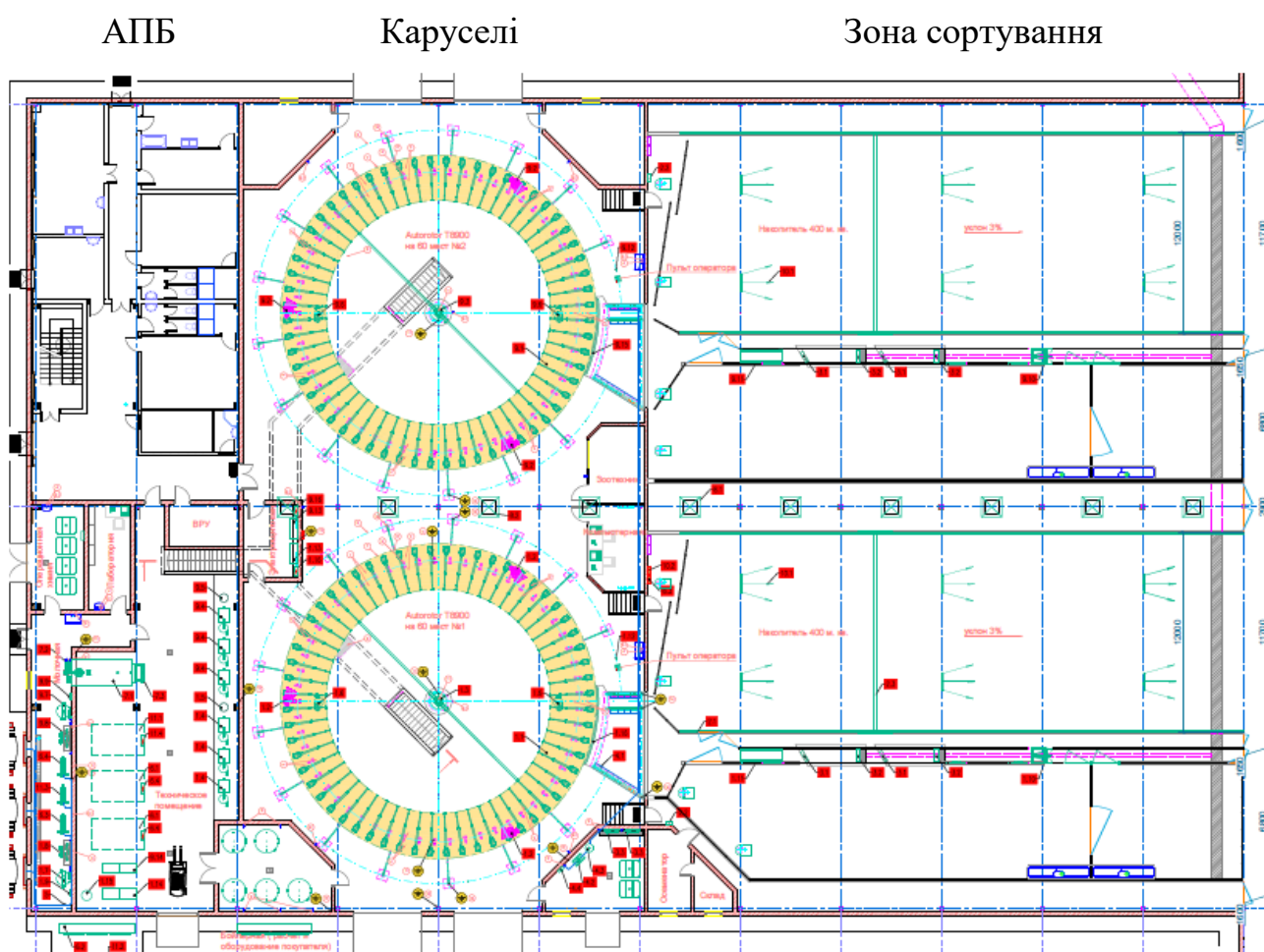


Рисунок 1.3 – Схема доїльного блоку

Кожен із блоків має свої конструктивні особливості. Так, АПБ складається з двох поверхів. На першому розташовані технічні та допоміжні приміщення для

персоналу, машинне відділення та молочний блок. На другому – оглядові, контрольно-програмні пункти, а також зал для нарад.

Зона сортування складається з декількох накопичувальних зон, де тварини очікують свого сортування до і після доїння. зі своїми корівниками за допомогою скотопрогінної галереї - це широкий прохід, що забезпечує безперервність потоку худоби, які бажають піти на доїння.

Блок каруселів складається з двох блоків шириною 24 м, у центрі яких розміщені так звані каруселі. Після проходження зони сортування тварина потрапляє в слот на каруселі. У цьому слоті автоматична машина відчищає вим'я, після чого, за допомогою лазерного цілепоказчика, поміщає спеціальний молоковідсмоктувач. Після закінчення процедури, тварина потрапляє в зону сортування, де автоматичні ворота, що сортують, відправляють її назад до неї корівник.

Для забезпечення процесу отримання молока, коровам потрібно створення особливого мікроклімату. Навіщо у цьому виробничому відділі встановлено системи контролю мікроклімату.

Також системи опалення та вентиляції встановлені у самих корівниках, щоб тваринам було комфортно проводити свій час. Кожен корівник вміщує мережу опалювальних систем, де підтримка температури забезпечується водяними обігрівачами та інфрачервоними випромінювачами, а також систему вентиляції, яка крім створення мікроклімату, забезпечує відведення вибухонебезпечних газів, виключаючи їх накопичення.

Одним із важливих елементів, що забезпечують безперервність технологічного процесу, є система відходівідведення. Вона виражена в системах видалення рідких та твердих відходів. Рідкі відходи потрапляють у спеціальні стоки, де за допомогою серії насосів та зміни діаметрів труб вони направляються у спеціальні резервуари для подальшої утилізації.

Тверді відходи потрапляють у канави, спеціально розташовані те щоб корова завжди стояла до них задом. Після цього раз на годину вони видаляються

з цих канав особливими дельта-скреперами, куди відходи потрапляють у особливі молитовні, які полегшують процес їх зберігання і утилізації.

1.3 Вимоги до електромонтажу

Описані технічні процеси дозволяють повною мірою оцінити необхідні умови та вимоги для забезпечення електропостачання цього підприємства. Також є особливі вимоги до електромонтажу, через пов'язаність технологічного процесу з великою рогатою худобою.

В першу чергу потрібно забезпечити вирівнювання потенціалів у доїльному залі, де всі частини електричних установок, що мають контакт з тваринами, а також інші струмопровідні частини повинні бути з'єднані між собою та із заземлюючим провідником установки з метою вирівнювання потенціалів.

У поверхню підлоги має бути вбудована металева сітка, з'єднана із заземлюючим провідником. Для вирівнювання потенціалів використовується головний заземлювач. Як заземлювач використовується металева смуга або метал круглого перерізу, що прокладаються у вигляді контуру у зовнішньому фундаменті будівлі - в даному випадку в фундаменті доїльного залу. До цього заземлювача за допомогою болтів, затискачів або зварювання міцно кріпиться арматурна сітка або арматура.

За рекомендаціями до проектування електропостачання сільськогосподарських підприємств [6] потрібно виконувати заземлювач фундаменту у вигляді додаткових контурів у фундаментах під доїльне обладнання, а в залах великого розміру - планувати заземлювальні контури через кожні 20 метрів. Від заземлювача роблять відводи або точки заземлення (сталеві пластини), на яких є провідні елементи. Ці відводи з'єднуються із вузлами верстатного устаткування. У разі відводів вони видаються приблизно на 1 метр вище за фундамент. До них приєднується вирівнювання потенціалів під час монтажу обладнання залу або доїльної установки. Завдяки цьому можна

заощадити на прокладанні додаткових провідників для вирівнювання потенціалів. Усі необхідні приєднання та підключення виконуються згідно з ПУЕ [7].

Перелік необхідних для заземлення ділянок:

- а) Доїльна установка:
 - 1) Середина каруселі (центральный пункт);
 - 2) усі компоненти верстатного обладнання;
 - 3) Зона входу (воріт);
 - 4) Технічний поверх (усі металеві трубопроводи).
- б) Молочна:
 - 1) Автомат промивання та вирівнювач потоку
- в) Машинне відділення:
 - 1) Вакуумний насос
 - 2) Пневмокомпресор
 - 3) Холодильний агрегат та задня сторона танків
- г) Накопичувач, сортувальні зони:
 - 1) Усі огорожі
 - 2) Поїлки

Блискавкозахист виконується наступним чином: виконати заземлювачі від фундаменту відводи (приблизно на 1,5 м назовні) або вивести точки заземлення, як мінімум, до всіх зовнішніх кутів - для будівель великих розмірів на кожен колону (також довжиною близько 1,5 м) Рекомендується встановити в точках підведення електроживлення грозові розрядники , а розподільних пристроях - обмежувачі перенапруг.

1.4 Вимоги до електропостачання

У [6] та [7] відображені вимоги до сільськогосподарських споживачів, що належать до I категорії, є великі тваринницькі ферми та комплекси, які

виробляють продукцію в промислових масштабах, де кількість голів має становити понад 400.

На тваринницьких фермах та комплексах з виробництва молока до I категорії належать такі системи електроприймачів:

- доїння;
- охолодження, збору, первинної обробки та переробки молока;
- приготування та роздачі кормів;
- водопостачання, мікроклімату, чергового висвітлення.

Електроприймачі I категорії повинні забезпечуватися Електричною енергією від двох незалежних взаємно резервуючих джерел живлення. Як друге незалежне джерело живлення можуть використовуватися електричні мережі енергосистеми (мережеве резервування), місцеві електростанції або спеціальні резервні електростанції.

Перерва в електропостачанні електроприймачів I категорії при порушенні електропостачання від одного з джерел може допускатися лише на час автоматичного відновлення живлення. При неавтоматичному введенні резервне живлення повинно бути забезпечене не пізніше ніж через 30 хв. після відключення основного джерела електропостачання.

До електроприймачів II категорії на даній МТФ належать насосні установки, пневмокомпресори, в тому числі система відходо-відведення.

Електропостачання електроприймачів II категорії рекомендується здійснювати від двох незалежних джерел живлення. В разі їхньої відмови, допустима перерва в електропостачанні на той час, який необхідний для ввімкнення резервного живлення силами чергового персоналу або оперативної виїзної бригади. Також допускається забезпечення електроприймачів II категорії живленням по одній ПЛ, включаючи кабельну вставку, за умови можливості проведення аварійного ремонту цієї лінії за період не більше 24 годин. Кабельні вставки в таких лініях повинні виконуватися за допомогою двох кабелів.

Для сільськогосподарських споживачів виробничого призначення норми обмежують тривалість перерви електропостачання, а також загальну тривалість

усіх перерв за рік з урахуванням не тільки аварійних, а й планових відключень, необхідних для ремонтів, профілактичних випробувань та інших робіт. Тривалість запланованих відключень електропостачання не повинна перевищувати 3,5 години. При цьому такі відключення не допускаються під час роботи електрифікованих доїльних установок. Повторні заплановані відключення протягом одного дня можуть бути здійснені тільки через 2 години після попереднього відключення.

З метою забезпечення безперебійності електропостачання споживачів I та II категорії на даному підприємстві буде встановлено газопоршневу установку (ГПУ) та дизельну електроустановку (ДЕС), що забезпечує достатню потужність для працездатності молочно-тваринницького комплексу.

1.5 Висновки до розділу 1

У першому розділі було розглянуто методи енергозбереження та підвищення енергоефективності, а саме: організаційно-економічні заходи; технічні заходи; структурно-енергетичні заходи.

Проведено детальний опис проекту молочно-тваринницького комплексу, подано вимоги до електромонтажу, та до системи електропостачання.

2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок навантажень молочно-тваринницького комплексу та вибір джерела живлення

Проектування системи електропостачання МТК починають із визначення електричних навантажень. За величиною електричних навантажень здійснюється вибір всього електрообладнання системи електропостачання МТК (силових трансформаторів, проводів та кабелів, комутаційної апаратури, апаратури вимірювань та захисту та ін.), визначаються втрати потужності, електроенергії, напруги.

Розрахунок електричних навантажень провадиться відповідно до методичних вказівок щодо розрахунку електричних навантажень у мережах 0,38-110 кВ сільськогосподарського призначення [8].

При розрахунку за цим методом, відповідно до добового графіка електричних навантажень, користуються даними про денний та вечірній максимум активного, реактивного та повного навантажень. Оскільки у формуванні навантаження МТК беруть участь лише виробничі споживачі підприємства, то розрахунок ведеться по добовому максимуму навантаження.

У проекті проведено оцінку сезонних змін навантажень. Оцінка виконана на прикладі зміни електроспоживання великого об'єкта МТК – корівника, за методикою розрахунку електричних навантажень [8].

Розрахункові таблиці представлено в додатку А. З розрахунків, наведених у таблицях А.1 і А.2 очевидно, що найбільше навантаження відповідає зимовому сезону. На основі зробленого висновку. Проектування системи електропостачання МТК проведемо, виходячи із навантажень зимового сезону.

МТК, який є комплексом з промислового виробництва молока, в принципі не відрізняються від підприємств різних галузей промисловості. Тому застосування методики розрахунку електричних навантажень для визначення

навантаження на ввіді в корівник може вестись так само, як для промислових підприємств.

Для визначення розрахункових навантажень за джерелами живлення МТК вибрано метод коефіцієнта одночасності [8]. Відповідно до запланованого розподілу навантажень на вводах об'єктів підприємства між секціями шин розподільчих пристроїв низької напруги РП НН) трансформаторної підстанції, розрахункове навантаження визначається за формулою:

$$P_{сш.тп} = k_{он} \sum_{i=1}^n P_{vi}$$

де $k_{он}$ – коефіцієнт одночасності для числа приєднань n ;

P_{vi} – розрахункова активна потужність на ввіді i -го приєднання (об'єкта підприємства).

Відповідна реактивна потужність визначається за такою формулою:

$$Q_{сш.тп} = P_{сш.тп} \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності об'єкта, що проектується.

Розрахункові навантаження на ввіді у виробничі об'єкти тваринницьких комплексів P_{vi} приймаються за діючими проектами. Для електричних навантажень ТП, що живлять закінчені будівництвом тваринницькі комплекси, зростання навантаження не передбачається.

У таблиці А.3 (додаток А) наведено перелік об'єктів електроспоживання МТК та відповідні їм встановлені потужності та розрахункові навантаження, та струми на ввіді в об'єкти.

За результатами розрахунку навантаження стала відома необхідна потужність, що дозволяє вибрати джерело живлення.

Існують 3 варіанти підключення об'єкта до мережі:

Перший варіант – Підстанція 35/10 кВ. Вона є пропонованим варіантом через наявність існуючої поряд з об'єктом лінії 10 кВ, що дозволяє зробити відпайку і направити потужність безпосередньо на об'єкт. Єдина проблема – мережева компанія не може забезпечити більше 1000 кВт у цьому напрямі.

Другий і Третій варіант – підстанції, розташовані віддаленіше від об'єкта і не мають магістралей, які проходять поряд. Спочатку вони розглядалися як альтернатива першому, якщо замовник не погодиться більш низьку потужність під час використання існуючої магістралі.

За технічними умовами мережева компанія не може забезпечити повну потужність підприємству і мережа обмежена 1000 кВт, через що на об'єкті прийнято рішення встановити ГПУ, що забезпечує ліквідацію дефіциту потужності. на підстанції підприємства встановлюються ДЕС (дизельні електростанції), які у разі аварійної ситуації забезпечують необхідної потужності даних споживачів.

Всього на об'єкті потрібно 3 трансформаторні підстанції. У подальших розрахунках розглядатиметься розрахунок ТП-1.

2.2 Світлотехнічний розрахунок електричного освітлення

2.2.1 Розрахунок робочого освітлення

Завдання розрахунку - визначення числа та потужності джерела світла або визначення фактичної освітленості, що створюється спроектованою установкою. Розрахунок освітлення виконується шляхом коефіцієнта використання світлового потоку.

З огляду на те, що світлодіодні світильники мають більш високу світлову віддачу та більший термін служби, визначено доцільність використання цих джерел для загального освітлення виробничого приміщення.

Лінійні випромінювачі можуть розглядатися як точкові, якщо їх довжини вдвічі менші за відстань до точки, в якій визначається створювана ними освітленість, при цьому похибка при розрахунку не перевищує 5%. У проекті планується вибрати світильник світлодіодний ~230 В, 80 Вт, УХЛ-1, ІР-67, що має габаритні розміри – ДхШхВ = 1475х106х66 мм. Розрахункова висота будівлі багаторазово перевищує довжину світильника, тому розрахунок вестиметься як із точковим джерелом.

Для робочого освітлення вибираємо світлодіодні лампи класу світлорозподілу П на кшталт кривої сили світла (КСС) класу Д (косинусний).

Виконаємо світлотехнічний розрахунок з прикладу однієї з однотипних корівників дійного стада. Розрахунок з інших об'єктів молочно-товарної ферми (МТК) виконуються аналогічно.

Корівник має розміри 246 x 59 м. У середині корівника по поперечній осі проходить галерея з двома проходами шириною 4,5 м, якою тварини проходять на доїння і назад в корпус.

Виділена для розрахунку частина корівника має такі габарити: довжина $A=120$ м, ширина $B=29,5$ м, середню висоту $H=10$ м.

Згідно з ДБН В.2.5-28-2018 [9], за висоту для робочої поверхні прийнято висоти кормового столу на рівні підлоги $h_p = 0$ м, а висоту підвісу $h_c = 0$ м, що не суперечить пункту ПУЕ [7], оскільки застосована система кріплення світильників, що виключає їх розгойдування.

Висота підвісу світильників над робочою поверхнею визначається за такою формулою:

$$h = H - h_p - h_c = 10 - 0 - 0 = 10 \text{ м.}$$

Для забезпечення рівномірності освітлення світильники зазвичай розміщують на вершинах квадрата або ромба. Оптимальна відстань між світильниками визначається за формулою:

$$\lambda_e \cdot h \leq L \leq \lambda_y \cdot h$$

де λ_e, λ_y – відносні енергетичні та світлотехнічні оптимальні відстані між світильниками.

Для світлодіодного світильника необхідно визначити значення λ_e , що дорівнює відношенню відстані між світильниками до висоти їхнього підвісу. Коефіцієнти визначається формою кривої сили світла, для світлодіодних світильників робочого освітлення приймаємо КСС косинусну (Д). Це значення та відносна світлотехнічна оптимальна відстань для світильника для КСС типу Д знаходяться в інтервалі $\lambda_e = 1,2 \div 1,6$ і $\lambda_y = 1,6 \div 2,1$. Для енергоекономічних

люмінесцентних та світлодіодних світильників λ_e може бути прийнято рівним одиниці або зовсім не враховується при призначенні числа світильників у ряді. Якщо зовсім не враховувати, то має виконуватися лише одна умова – відстань між світильниками не повинна перевищувати $\lambda_y \cdot h$.

У попередньому розрахунку визначається бажана відстань між світильниками у ряду:

відстань з урахуванням енергозбереження L_A^e буде дорівнювати:

$$L_A^e = \lambda_e \cdot h = 1,0 \cdot 5,0 = 5,0 \text{ м}$$

відстань з урахуванням світлотехнічної оптимальної відстані між світильниками L_A^e дорівнюватиме:

$$L_y^e = \lambda_y \cdot h = 2,1 \cdot 5,0 = 10,5 \text{ м}$$

З інтервалу можливих відстаней від 5 до 10,5 м приймається для розрахунку $L = 6,32 \text{ м}$. При прийнятій відстані кількість світильників у ряду[^]

$$n = \frac{A}{L} = \frac{120}{6,32} = 19$$

Відстань від стіни до світильника l_A рекомендується приймати в інтервалі $l_A = \beta \cdot L_A^{np}$, де $\beta = (0,3 \div 0,5)$ – відносна відстань від крайнього світильника до стіни. У проекті задано $\beta = 0,5$. З урахуванням прийнятого, l_A визначається за такою формулою:

$$l_A = \beta \cdot l = 0,5 \cdot 6,32 = 3,16 \text{ м}$$

Остаточню визначається відстань між сусідніми світильниками у рядку за формулою:

$$L_A = \frac{(A - 2 \cdot l_A)}{n - 1} = \frac{120 - 2 \cdot 3,16}{19 - 1} = 6,31 \text{ м.}$$

Методики за світлотехнічним розрахунком рекомендують, щоб пропорція співвідношення між довжиною і шириною прямокутника орієнтованого вздовж довжиною сторони приміщення, у вершинах якого знаходяться світильники не перевищувало 1,5. З цієї умови випливає, що відстань між рядами знаходилась у

діапазоні від 1,5 до 1,0. При відстані меду сусідніми світильниками в ряду 6.31 м, діапазон можливої відстані меду рядами світильників є інтервалом ($6.31 \div 9.46$ м).

Попередньо, поставимо відстань між рядами L_B^{np} дорівнює 7,37 м, тоді кількість рядів:

$$n_B = \frac{B}{L_B^{np}} = \frac{29,5}{7,32} = 4$$

У проєкті прийнято відносну відстань від стін до крайнього світильника між рядами та рядом $\beta = 0,5$. Тоді відстань від крайнього ряду до стіни L_B дорівнює:

$$L_B = \beta \cdot L_B^{np} = 0,5 \cdot 7,32 = 3,66 \text{ м.}$$

Остаточню визначається відстань між сусідніми світильниками у ряді за формулою:

$$L_B = \frac{(B - 2 \cdot l_B)}{n - 1} = \frac{(29,5 - 2 \cdot 3,66)}{4 - 1} = 7,39 \text{ м.}$$

Обчислимо загальну кількість світильників на ділянці корівника та кількісно оцінимо план розміщення світильників за рекомендованим співвідношенням сторін прямокутника розміщення світильників:

$$\begin{cases} N = n_A \cdot n_B = 19 \cdot 4 = 76; \\ \frac{L_A}{L_B} = \frac{7,37}{6,32} = 1,17 < 1,5 \end{cases}$$

де 1,5 – це рекомендоване число, за яке не повинно виходити співвідношення L_A/L_B .

Необхідний світловий потік у кожному окремому світильнику знаходиться за формулою:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta \cdot MF} = \frac{200 \cdot 7080 \cdot 1,0}{152 \cdot 0,99 \cdot 0,85} = 11062 \text{ лм}$$

За отриманим світловим потоком вибираємо світлодіодні світильники українського виробника Ватра ДСО06В з вузлом підвісу на трос з номінальним світловим потоком $\Phi_{ce} = 11010$ лм і споживаною потужністю 80 Вт.

Фактичний загальний світловий потік світильників:

$$\Phi_{\phi.св} = n \cdot \Phi_{св} = 152 \cdot 11010 = 1673520 \text{ лм}$$

при необхідному [9]:

$$\Phi_{\phi.св} = n \cdot \Phi = 152 \cdot 11174 = 1698448 \text{ лм}$$

З порівняння фактичного значення світлового потоку робочого освітлення з необхідним світловим потоком випливає, що номінальний потік відрізняється від фактичного на 0,47%, що входить до допустимих меж $-10 \div +20\%$ [9].

Таким чином, нормативна освітленість житлової зони корівника забезпечується підвісом у 304 точках на висоті 5,0 м від нульової позначки рівня статі.

Встановлена потужність освітлювального навантаження корівника::

$$P_{вст} = n \cdot P_{H св} = 304 \cdot 80 = 24,32 \text{ кВт}$$

На рис 2.1 представлена структура мережі робочого освітлення у лівій частині корівника.

У середній частині поперечної осі корівника проходить центральна галерея з двома проходами шириною 3 м. Розмір галереї 59 х 6 м; норма освітленості 200 Лк. Для забезпечення нормативної освітленості повинні бути встановлені 7 світильників тієї ж марки та потужності.

Від освітлювального щита корівника запитана також: міжкорпусна галерея розміром 9 х 6 м, з висотою підвісу світильників 3 м, потужністю світильника 35 Вт у кількості 12 штук; лампу освітлення електрощитової 2 шт. по 25 Вт; для зовнішнього освітлення консольні світлодіодні світильники потужністю 45 Вт у кількості 4 штук. Загальна потужність освітлювального навантаження робочого освітлення дорівнює:

$$P_{уст} = 311 \cdot 80 + 12 \cdot 35 + 2 \cdot 25 + 4 \cdot 45 = 25,5 \text{ кВт}.$$

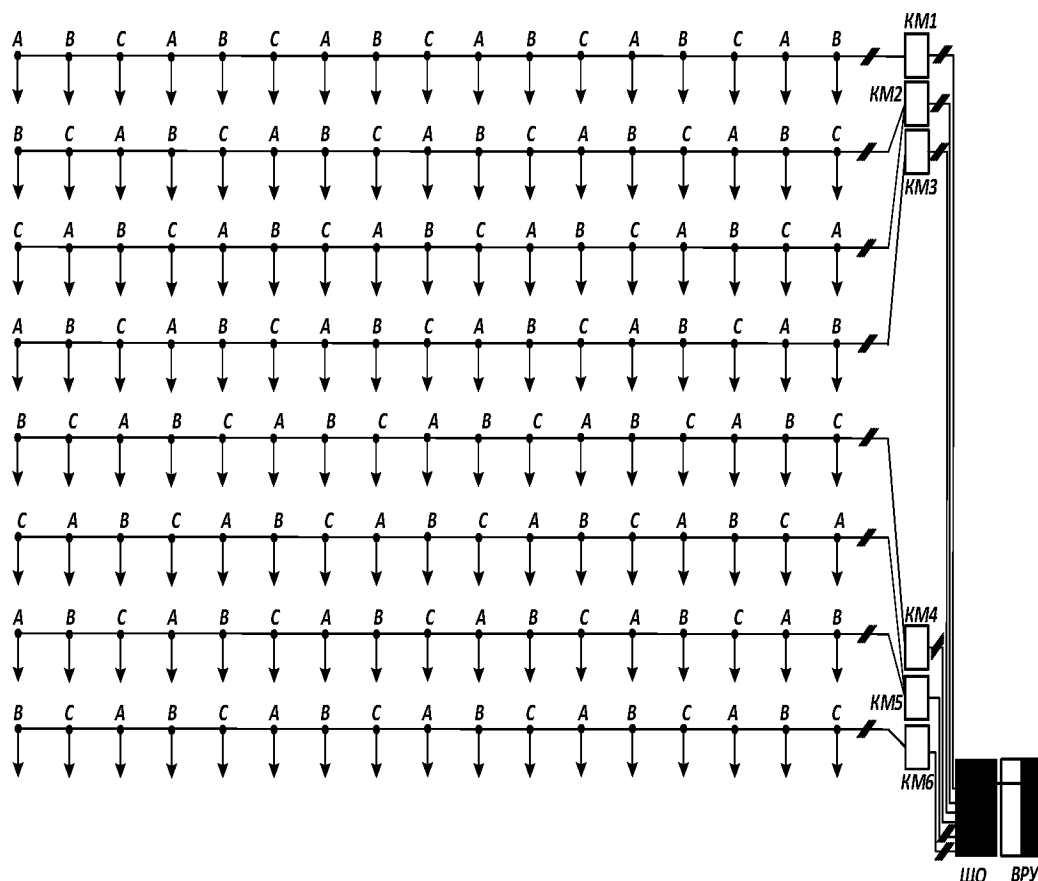


Рисунок 2.1 – Структура електричної мережі робочого освітлення

2.2.2 Розрахунок аварійного освітлення

Розрахунок аварійного освітлення провадиться за аналогією з розрахунком робочого освітлення.

Так як зберігається висота підвісу і відстань між світильником і робочою поверхнею, а також тип світильників, то коефіцієнти експлуатації, що використовуються при розрахунку робочого освітлення

Нормами освітленості для корівника приймається $E_{ав} > 0,05 \cdot E_H = 10 \text{ Лк}$. Визначимо необхідний світловий потік кожного світильника аварійного освітлення, що знаходиться за формулою:

$$\Phi = \frac{E_{ав} \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta \cdot MF} = \frac{10 \cdot 1130 \cdot 1}{12 \cdot 0,7 \cdot 0,85} = 1571 \text{ лм}$$

За отриманим світловим потоком вибираємо світлодіодні світильники Ватра ДСП65В з номінальним світловим потоком $\Phi_{св} = 1800 \text{ лм}$ та номінальною потужністю 16 Вт. Фактичний загальний світловий потік світильників:

$$\Phi_{ф.св} = n \cdot \Phi_{св} = 12 \cdot 1800 = 21600 \text{ лм}$$

З порівняння фактичного значення світлового потоку аварійного освітлення, з необхідним світловим потоком випливає, що фактичний світловий потік перевищує необхідний потік на 14,6%, що входить до допустимого для аварійного освітлення.

Таким чином, нормативна аварійна освітленість однієї зони евакуації із житлової частини корівника забезпечується підвісом світильників у 12 точках на висоті 5 м від нульової позначки рівня підлоги. Фактична освітленість шляхів евакуації дорівнює 14,5 Лк.

Встановлена потужність аварійного освітлення складається з:

- сорок восьми світильників аварійного освітлення житлової зони корівників потужністю по 16 Вт;
- семи світильників у центральній та міжкорпусній алеях по 16 Вт;
- одного світильника в електрощитовій потужністю 16 Вт,
- десяти аварійних світильників із табличкою вихід потужністю 3,6

$$P_{вст.а} = P_{н.св.а} = 55 \cdot 16 + 10 \cdot 3,6 = 0,9 \text{ кВт}$$

2.2.3 Розрахунок потужності освітлювального навантаження

Розрахунок потужності освітлювального навантаження корівника зробимо шляхом коефіцієнта попиту. Розрахункову активну потужність освітлювального навантаження визначимо за такою формулою:

$$P_{розр.о} = P_{ос} \cdot K_C \cdot K_{ППА} = 25,5 \cdot 0,95 \cdot 1 = 24,2 \text{ кВт}$$

Потім визначаємо розрахункову реактивну потужність освітлювального навантаження при коефіцієнті потужності світлодіодних ламп 0,95:

$$Q_{розр.о} = P_{розр.о} \cdot \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi} - 1} = 24,2 \cdot \sqrt{\frac{1}{0,95^2} - 1} = 7,95 \text{ кВАр}$$

Визначимо розрахункову повну потужність освітлювального навантаження:

$$S_{розр.о} = \sqrt{P_{розр.о}^2 + Q_{розр.о}^2} = \sqrt{24,2^2 + 7,95^2} = 25,4 \text{ кВА}$$

2.3 Розрахунок числа та потужності трансформаторних підстанцій

При проектуванні сільгосппідприємств необхідно враховувати вимоги споживачів з надійності електропостачання. У МТК до споживачів другої категорії віднесено споживачів, наведених у таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Споживачі 2 категорії МТК

№ з/п	Найменування об'єкта	Встановлена потужність $P_{вст}, \text{кВт}$	Розрахункова потужність $P_{розрах.}, \text{кВт}$	Розрахунковий струм $I_{розрах.}, \text{А}$
1	Гноєтранспортер 24.2	84.80	66.80	103.8
2	Гноєтранспортер 24.3	85.00	66.80	103.8
3	Гноєтранспортер 24.4	102.00	78.30	121.7
4	Гноєтранспортер 24.5	163.00	127.90	198.7
5	Доїльно-молочний блок	772.00	600.40	932.9
6	Доїльно-молочний блок	329.60	242.00	374.4
7	Теплоенергетичний центр	35.60	27.00	43.64
8	Власні потреби газопоршневої установки (ВП ГПУ)	54.40	54.40	88.57
9	Насосна станція 2-го водопідйому	275.00	239.00	371
10	Станція поділу гнійових стоків	271.00	254.31	409.64

З аналізу генплану підприємства випливає, що всі споживачі 2-ї категорії, за винятком насосної станції 2-го водопідйому (9) та станції поділу гнійних стоків (10) можуть бути заживлені від однієї підстанції. Для споживачів 2-ї категорії № 9 і 10 слід розглядати інші варіанти електропостачання.

Розглянемо варіант електропостачання споживачів МТК від трьох підстанцій. Відповідно до рекомендацій про те, що для споживачів другої категорії двотрансформаторні ТП застосовуються, якщо споживачі 2-ї категорії не допускають перерву в електропостачанні більше 0,5 години або мають розрахункове навантаження 250 кВт і більше. Також врахуємо, що споживачі 2-ї категорії мають бути забезпечені резервом, що вводиться автоматично або діями чергового персоналу. При живленні від однієї підстанції необхідно мати два трансформатори або «складський» резервний трансформатор для кількох підстанцій, які живлять споживачів 2-ї категорії, за умови, що заміна трансформатора може бути здійснена протягом декількох годин. На час заміни

трансформатора може вводитися обмеження живлення споживачів з урахуванням допустимого навантаження трансформатора, що залишився в роботі.

Визначимо максимальну розрахункову потужність споживачів для кожної секції шин розподільчих пристроїв низької напруги (РП НН) трансформаторних підстанцій підприємства.

Коефіцієнти одночасності:

- для ТП-1, щодо коефіцієнта одночасності не враховані споживачі потужністю менше 20 κBm коефіцієнт визначено $K_o = 0,63$;
- ТП-2 для 5-ти споживачів, $K = 0,75$;
- ТП-3 для 4-х споживачів, $K = 0,788,5 \kappa Bm$.

Сумарна розрахункова потужність споживачів ТП-1 розподіленням за трьома секціями шин:

- перша секція шин $P_{розр.СШ-1} = 236,5 \cdot 0,63 = 149 \kappa Bm$ споживачів 3-ї категорії;
- сумарна розрахункова потужність споживачів 2-ї категорії, розподілена по 2-й та 3-й секції шин дорівнює $P_{розр.СШ-2+СШ-3} = 1262,6 \cdot 0,63 = 795,4 \kappa Bm$

$$\sum P_{розр.ТП-1} = 149 + 795,4 = 944,4 \kappa Bm.$$

В усіх робочих режимах роботи від СШ-2 здійснюється живлення ВРП споживачів:

- доїльно-молочний блок – $600,4 \cdot 0,63 = 378,3 \kappa Bm$;
- система гноєвидалення 24.4 – $78,3 \cdot 0,63 = 49,3 \kappa Bm$.

Всього: 427,6 κBm

Від СШ-3 здійснюється живлення ВРП споживачів:

- доїльно-молочний блок – $241 \cdot 0,63 = 151,7 \kappa Bm$;
- системи гноєвидалення 24.5 – $127,9 \cdot 0,63 = 80,6 \kappa Bm$;
- системи гноєвидалення 24.3 – $66,8 \cdot 0,63 = 42,1 \kappa Bm$;

- системи гноєвидалення $24,2 - 66,8 \cdot 0,63 = 42,1 \text{ кВт}$;
- Власні потреби ГПУ – $54,3 \cdot 0,63 = 34,3 \text{ кВт}$;
- ТЕЦ – $27,0 \cdot 0,63 = 17,0 \text{ кВт}$.

Усього: $367,8 \text{ кВт}$

Максимальна розрахункова потужність споживачів РП НН:

ТП-2 – при $K_O = 0,75$, $P_{\text{розр.ТП-2}} = 0,75 \cdot 586,5 = 439,9 \text{ кВт}$;

ТП-3 – при $K_O = 0,78$, $P_{\text{розр.ТП-3}} = 0,78 \cdot 467,3 = 364,5 \text{ кВт}$

З урахуванням рекомендації про те, що при живленні від однієї підстанції необхідно мати два трансформатори або «складський» резервний трансформатор для кількох підстанцій, які живлять споживачів 2-ї категорії, виберемо трансформатори номінальної потужності 630 кВА. Максимальна активна потужність таких трансформаторів за коефіцієнта завантаження $k_3 = 1$ і $\cos \varphi = 0,93$: $P_{\text{ТР}} = 630 \cdot 0,93 = 586 \text{ кВт}$. У нормальному режимі роботи коефіцієнт завантаження дорівнюватиме: на ТП-1 - $k_{\text{зТП-1}} = 944,4 / (2 \cdot 586) = 0,8$ (у післяаварійному режимі $k_{\text{зТП-1}} = (944,4 - 159) / 586 = 1,36$); на ТП-2 – $k_{\text{зТП-2}} = 439,9 / 586 = 0,75$; на ТП-3 – $k_{\text{зТП-3}} = 364,5 / 586 = 0,62$. На ТП-3 можна було б застосувати трансформатор потужністю 400 кВА, але тоді збільшиться склад складського резерву трансформаторів.

Виконаємо оцінку необхідної активної потужності джерел живлення споживачів МТК. Для цього розрахуємо втрати активної потужності у трансформаторах за формулою:

$$\sum \Delta P_{\text{ТР}} = \Delta P_{\text{ХХ}} + \Delta P_{\text{КЗ}} \cdot k_3^2$$

де $\Delta P_{\text{ХХ}}$ – втрати холостого ходу (для ТМ-630 $\Delta P_{\text{ХХ}} = 1,56 \text{ кВт}$);

$\Delta P_{\text{КЗ}}$ – втрати короткого замикання (для ТМ-630 $\Delta P_{\text{КЗ}} = 8,5 \text{ кВт}$).

Втрати $\sum \Delta P_{\text{ТР}}$ у трансформаторах підстанції:

- ТП-1 - $\sum \Delta P_{\text{ТР}} = 2 \cdot (1,56 + 8,5 \cdot 0,8^2) = 14 \text{ кВт}$;
- ТП-2 - $\sum \Delta P_{\text{ТР}} = 1,56 + 8,5 \cdot 0,75^2 = 6,3 \text{ кВт}$;

$$- \quad \text{ТП-3} - \sum \Delta P_{TP} = 1,56 + 8,5 \cdot 0,62^2 = 4,8 \text{ кВт}.$$

$$\text{Всього } \sum \Delta P_{TP} : 25,1 \text{ кВт}.$$

Коефіцієнт одночасності підстанцій 10/0,4 кВ дорівнює $k_o = 0,85$. Тоді потужність навантажень на напрузі 10 кВ дорівнюватиме:

$$P_{розр.10} = k_o \cdot (\sum P_{розр.0,4} + \sum \Delta P_{TP}) = 0,85 \cdot (944,4 + 439,9 + 364,5 + 25,1) = 1507,8 \text{ кВт}$$

Як основне джерело електропостачання є технологічне приєднання до електричних мереж, відповідно до технічних умов максимальна потужність приєднання до лінії 10 кВ – 1000 кВт і коефіцієнт потужності $\cos \varphi = 0,93$. Таким чином, основного джерела електропостачання недостатньо для покриття потреби електроприймачів МТК.

Для забезпечення розрахункового навантаження, що приєднується до шин ТП-1, передбачається в якості додаткового джерела живлення газопоршнева установка (ГПУ) з номінальною потужністю 635 кВт, що працює в нормальному режимі паралельно з мережею, із застосуванням пристрою синхронізації. Потужність власних потреб ГПУ становить 54,4 кВт. Заборона видачі потужності від ГПУ у зовнішню енергосистему здійснюється за допомогою порівняння показників потужності на введеннях від трансформатора та від ГПУ. ГПУ - контейнерна електростанція *Jenbacher JMS 3 12 GS – NL* з газовим двигуном розташована поруч із ТП-1. Ввід від ГПУ підключено до кожної секції РП 0,4 кВ ТП-1.

У нормальному режимі роботи трансформатори Т1, Т2 ТП-1 і ГПУ повинні бути сфазовані, розподіл навантаження між трансформаторами Т1, Т2 та ГПУ визначається внутрішніми опорами джерел живлення. Для оптимального завантаження ГПУ необхідно провести перерозподіл навантаження споживачів 2ої категорії між секціями шин СШ-2 та СШ-3 з включенням вводів ВРП споживачів від СШ-2 або від СШ-3.

Для забезпечення надійності електропостачання електроприймачів другої категорії, що приєднуються до шин ТП-1 як резервне джерело живлення, встановлюємо дизель-генеруючий пристрій (ДГУ) потужністю 1 МВт. Запуск

ДГУ здійснюється при втраті напруги на шинах ТП-1. Комплекс протиаварійної автоматики ДГУ передбачає ступінчастий набір навантаження. Система АВР, передбачає блокування синхронної роботи ДГУ з енергосистемою та ГПУ, що запобігає попаданню напруги від ДГУ в мережу живлення та в лінію від ГПУ шляхом відключення секційного вимикача на шинах 0,4 кВ ТП-1.

Як ДГУ-1 використана двоагрегатна дизельна електростанція потужністю 1200 кВт, з функцією синхронізації двох ДГУ установок та функцією автозапуску. Сигнал автозапуску ДГУ-1 передбачений схемою блоку АВР.

ДГУ-1 підключено до 2 СШ РП 0,4 кВ ТП-1 однією лінією. Автозапуск ДГУ-1 здійснюється контролером за повної відсутності напруги на 2 СШ живлення від силових трансформаторів ТП-1 та від ГПУ. Живлення власних потреб ДГУ-1 здійснюється від шафи власних потреб (ШВП) ТП-1.

Наявність пристроїв АВР живлення в РП 0,4 кВ проектного об'єкта дозволяє підвищити надійність електропостачання всіх електроприймачів до вимог, що висуваються до електроприймачів першої категорії, перерва електропостачання яких становить близько однієї секунди, на час автоматичного перемикавання навантаження на введення, що залишилося в роботі.

Проектована ТП-2 прийнята двосекційною, з функцією автоматичного включення резерву у разі втрати напруги на будь-якій з секцій шин 10 кВ. У нормальному режимі роботи секції шин ТП-2 живляться від електричних мереж. Електроприймачі 2-ї категорії підключені до 2-ї секції шин, яка у свою чергу в аварійному режимі живиться від дизельної електростанції номінальної потужності 320 кВт. Запуск ДГУ здійснюється автоматично після втрати напруги на шинах ТП-2. Комплекс протиаварійної автоматики ДГУ передбачає ступінчастий набір навантаження. Система АВР передбачає блокування синхронної роботи ДГУ з енергосистемою та ГПУ шляхом відключення секційного вимикача на шинах 0,4 кВ у разі втрати живлення від трансформаторів.

Проектована ТП-3 прийнята односекційною. В аварійному режимі станція гноєвідводів живиться від дизель-генеруючого пристрою (дизельної електростанції) номінальної потужності 320 кВт.

2.4 Розрахунок центру електричних навантажень

Координати центру електричних навантажень (ЦЕН) підстанцій визначаються за формулами:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{pi} \cdot x_i)}{\sum_{i=1}^n P_{pi}}; \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{pi} \cdot y_i)}{\sum_{i=1}^n P_{pi}}$$

де x_i та y_i – координати i -ого споживача, який планується підключити до даної підстанції;

P_{pi} – розрахункове навантаження i -ого споживача;

n – кількість споживачів.

Результати розрахунку ЦЕН для підстанції ТП-1 наведено на рис. 2.2.

З отриманих результатів визначення ЦЕН виходить:

- підстанція має бути розміщена на рівні координати ЦЕН по сі Y;
- враховуючи факт об'єднання ТП-1 з ГПУ та ДУУ у теплоенергетичний центр, підстанцію доцільно винести із зони утримання корів (корівників та доїльно-молочного блоку);
- місце розміщення ТП-1 переноситься ліворуч від ЦЕН на відстань 50 м від точки вводу напруги 10 кВ від мережі.

Аналогічно виконується розрахунок визначення ЦЕН для ТП-2, ТП-3, і місце розташування підстанцій.

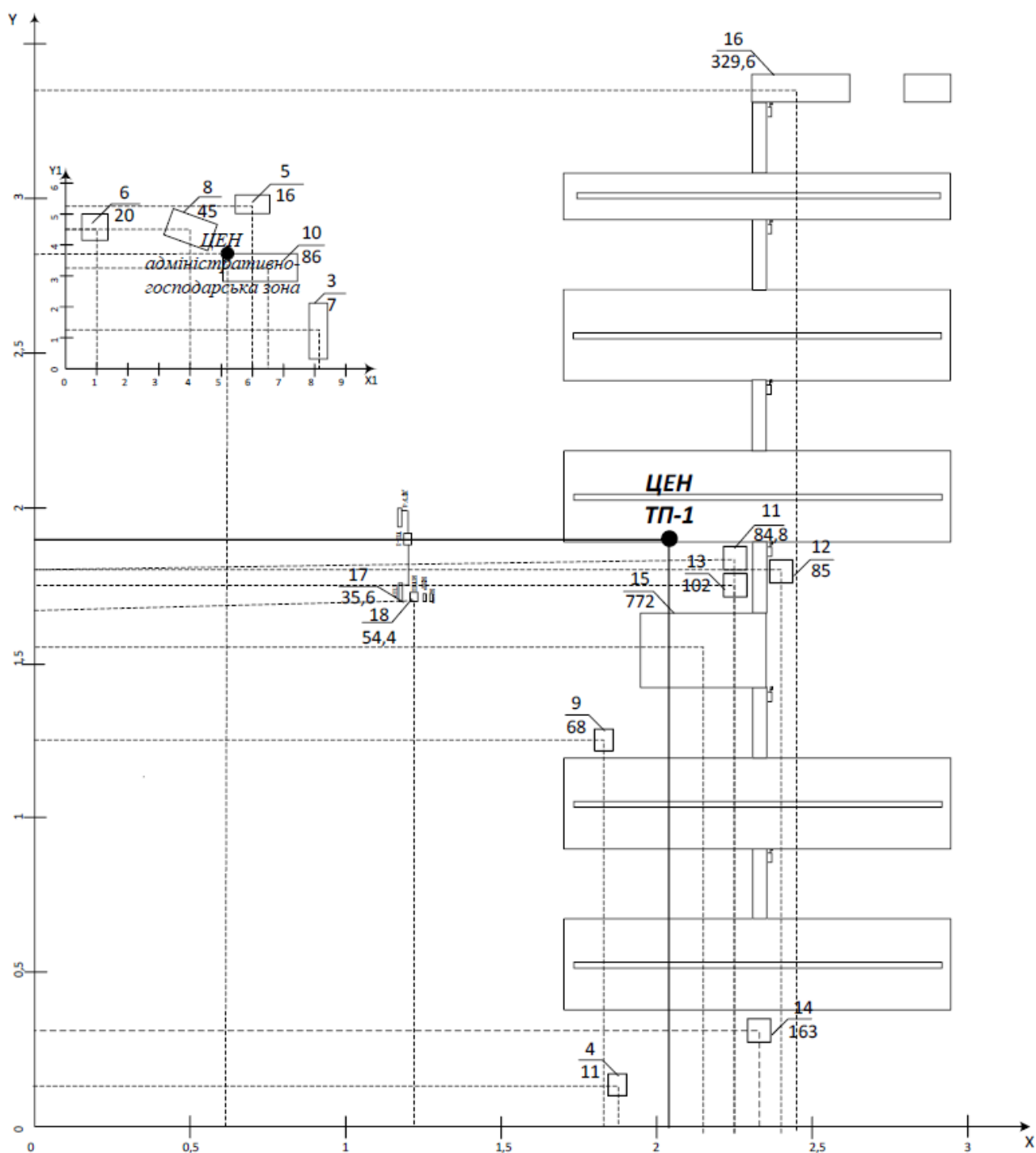


Рисунок 2.3 – Розрахунок ЦЕН підстанції ТП-1

2.5 Висновки до розділу 2

В даному розділі проведено розрахунок навантажень молочно-тваринницького комплексу та вибір джерела живлення, розглянуто 3 варіанти підключення об'єкта до мережі, та вибрано оптимальний варіант.

Здійснено світлотехнічний розрахунок електричного освітлення, а саме: розрахунок робочого та аварійного освітлення, а також побудовано структуру електричної мережі робочого освітлення.

Проведено розрахунок та вибір числа та потужності трансформаторних підстанцій, а також розрахунок центру електричних навантажень, відповідно до якого вибрано місця розташування трансформаторних підстанцій.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вибір перерізів жил кабелів у мережі 10 та 0,4 кВ

На магістралях ПЛ 10 кВ слід застосовувати неізолюваний провід типу АС або захищений провід (СПП-3). У мережах 10 кВ підвищення механічної міцності повинні застосовуватися дроти на магістральних лініях перетином щонайменше 70 мм^2 .

Перетин проводів, що живлять підстанції МТК, можна визначити за такою формулою:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot l_i)}{\gamma \cdot \Delta U_{a\partial on} \cdot U_H}$$

де P_i та l_i , – активна потужність та довжина i -ої ділянки мережі;

$\gamma = 32 \cdot 10^{-3} \text{ км} / (\text{ом} / \text{мм}^2)$ - питома провідність проводів СПП-3;

$\Delta U_{a\partial on}$ – активна складова допустимої втрати напруги.

Для СПП-3 активна складова допустимої втрати напруги:

$$\Delta U_{a\partial on} = \Delta U_{\partial on} - \Delta U_p = \Delta U_{\partial on} - \frac{0,3}{U_H} \cdot \sum_{i=1}^n (P_i \cdot l_i)$$

Одноколова повітряна лінія від 2-ї секції шин ПС 35/10 кВ до проектованої анкерної опори з роз'єднувачем, встановленої на межі земельної ділянки МТК, виконана на залізобетонних опорах, ізолюваними проводами СПП-3 перерізом $3 \times (1 \times 95) \text{ мм}^2$. Протяжність ПЛ 10 кВ – 9,496 км. На межі балансової належності на опорі встановлено комутаційний апарат – роз'єднувач із запобіжниками.

Захист повітряних ліній живлення 10 кВ до підприємства здійснюється вакуумним вимикачем з мікропроцесорним терміналом, що встановлюється на межі балансової належності в пункті комерційного обліку та секціонування

Захист силових трансформаторів у ТП здійснюється плавкими запобіжниками типу ПКТ.

Максимальна повна потужність приєднання дорівнює:

$$S_{np} = \frac{P_{np}}{\cos \varphi} = \frac{1000}{0,93} = 1075 \text{ кВА}$$

Струм приєднання:

$$I_{np} = \frac{I_{np}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1075}{\sqrt{3} \cdot 10} = 62 \text{ А.}$$

Визначимо відхилення на всіх ділянках мережі від джерела живлення – 2-ої секції шин ПС 35/10 кВ до РП ВН підстанцій. Згідно з ПУЕ, відхилення напруги повинно бути не більше $\pm 5\%$.

$$\Delta U_{ЛЕП} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot L \cdot (r_{y0} \cdot \cos \varphi + x_{y0} \cdot \sin \varphi)}{U_{ном}} \cdot 100\%.$$

Результати розрахунків зведено до таблиці Б.1 (Додаток Б)

Визначимо втрати напруги у трансформаторах підстанцій МТК.

Втрати напруги у трансформаторах визначаються згідно з формулою:

$$\Delta U_T = k_3 (u_a \cdot \cos \varphi + u_p \cdot \sin \varphi)$$

де ΔU_T – втрати напруги в трансформаторі, %;

k_3 – фактичний коефіцієнт завантаження, в.о.;

$\cos \varphi$, $\sin \varphi$ – коефіцієнти активної та реактивної потужності навантаження, в.о.;

u_a , u_p – активна та реактивна складові напруги к.з., %.

Значення активної u_a та u_p визначаються відповідно до формул:

$$u_a = \frac{\Delta P_{кз}}{S_{ном}} \cdot 100\%; \quad u_p = \sqrt{u_{к.з.}^2 - u_a^2}$$

Визначимо значення активної та реактивної складових напруги к.з.:

$$u_a = \frac{6,75}{630} \cdot 100\% = 1,07\%; \quad u_p = \sqrt{5,5^2 - 1,07^2} = 5,39\%.$$

Розглянемо варіанти завантаження трансформаторів, у яких виникають найбільші втрати напруги, що відповідає завантаження: для ТП-1 0.8; ТП-2 0.75

та ТП-3 0.62. Результати розрахунку втрат напруги у трансформаторах та відхилення напруги на РП НН наведені в таблиці Б.2 (Додаток Б).

Для забезпечення допустимих відхилень напруги на вводах ВРП об'єктів, використовуємо можливість трансформаторів 10/0,4 кВ змінювати коефіцієнт трансформації у відключеному положенні - «при знятому збудженні». Для цього поставимо на постійній основі коефіцієнти трансформації: для ТП-1 – +5%, а для ТП-2 та ТП-3 – +2,5% (стовпець 11 таблиці Б.2).

Для підстанції ТП-1, що має найбільше відхилення напруги від номінальної, визначено відхилення напруги на ВРП найпотужнішого та найвіддаленішого електроприймача, результати розрахунків наведені в таблиці Б.3 (Додаток Б). Найпотужнішим є доїльно-молочний блок «Карусель», а до найвіддаленіших віднесемо доїльно-молочний блок «Паралель». Для лінії живлення «РПНН ТП-1 / ВРП Карусель», що має максимальний розрахунковий струм $I_p = 932.9 \text{ А}$, виберемо за допустимим струмом навантаження кабель 3х (АВБбШв 4х240-1) з допустимим струмом $I_o = 932.9 \text{ А}$. Аналогічно обраний кабель 3х (АВБбШв 4х240-1) для лінії живлення «РП НН ТП-1 / ВРП Паралель».

Перетин кабелів у мережах 0,4 кВ вибираємо за розрахунковим допустимим струмом нагріву, що визначається за формулою:

$$I_{\text{дон}} = \frac{I_p}{K_n}$$

$I_{\text{дон}}$ – допустимий струм провідника, що вибирається, А;

I_p – розрахунковий струм провідника, А;

K_n – поправочний коефіцієнт, що враховує умови прокладання проводів та кабелів (за нормальних умов прокладання $K_n = 1$) [7].

Отже, $I_{\text{дон}} = I_p$.

Перетин кабелів цехової мережі повинен відповідати умові:

$$I_{\text{дон.КЛ}} \geq I_{\text{дон}}$$

На підставі даних про розрахункові струми об'єктів електропостачання визначено переріз кабелів, що живлять споживачі 2-ї категорії від ТП-1. Результати вибору перерізів кабельних ліній наведено у таблиці Б.3 (додаток Б).

Враховуючи великі довжини кабельних мереж або потужностей, що передаються, проведена оцінка живильних мереж за допустимою втратою напруги за формулою:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot L (r_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi + x_{\text{ном}} \cdot \sin \varphi)}{100 \cdot U_{\text{ном}}} \cdot 100\%$$

Розрахунок втрат напруги в лініях живлення показав, що тільки в лініях під номером 1, 7 і 8 втрати напруги в допустимих межах. Для інших кабельних ліній потрібне збільшення перерізу чи кількості паралельних кабелів одного перерізу. Результати коригування у вигляді допустимих втрат напруги наведено Б.4 (додаток Б).

Аналогічно виконано вибір перерізів ліній живлення від ТП-2, результати цього вибору наведені в таблиці Б.5 (додаток Б)

Визначимо перерізи провідників за допустимим струмом навантаження з урахуванням допустимих відхилень напруги на затискачах найближчого і найвіддаленішого вентилятора корівника. При визначенні перерізів провідників враховано дані про переріз кабелю живлення ВРП-1.1 від ТП-2 та значень відхилень напруги РП НН ТП-2 у характерних режимах роботи енергосистеми. При виборі перерізів провідників кола живлення було зроблено висновок про необхідність застосування добавки ПБВ на ТП-2 +5% та збільшення перерізу короткого кола (18 м) зв'язку ВРП-1.1 з шафою вентиляції до 4х35 мм. Зведені результати вибору перерізів кіл живлення вентилятора наведено в таблиці Б.6 (додаток Б)

На підставі даних про втрати та відхилення напруги від шин 10 кВ підстанції 35/10 кВ до РП НН ТП-2 МТК визначається допустимість обраних перерізів провідників для електропостачання вентиляторів корівника №1.

На підставі даних таблиць про втрати та відхилення напруги від шин 10 кВ підстанції 35/10 кВ до РПНН ТП-2 МТК визначається допустимість обраних

перерізів провідників за відхиленням напруги, для електропостачання вентиляторів корівника №1. Результати оцінки наведені у табл. Б.7 (додаток Б)

3.2 Розрахунок струмів трифазного короткого замикання

3.2.1 Розрахунок струмів КЗ на напругу 10 кВ

Розрахунок струмів короткого замикання (КЗ) проводиться у відносних одиницях. Приймаємо базову потужність рівною $S_{\phi} = 100 \text{ МВА}$, а за середню номінальну напругу $U_{\text{сер.ном}} = 10,5 \text{ кВ}$.

Складемо розрахункову схему наведену на рис. 3.1 для визначення струмів КЗ в мережі 10 кВ на анкерній опорі з роз'єднувачами для відгалуження до підстанцій (точка К.1) і на вводі в РП ВН підстанцій (точки К.2 ..К.4)

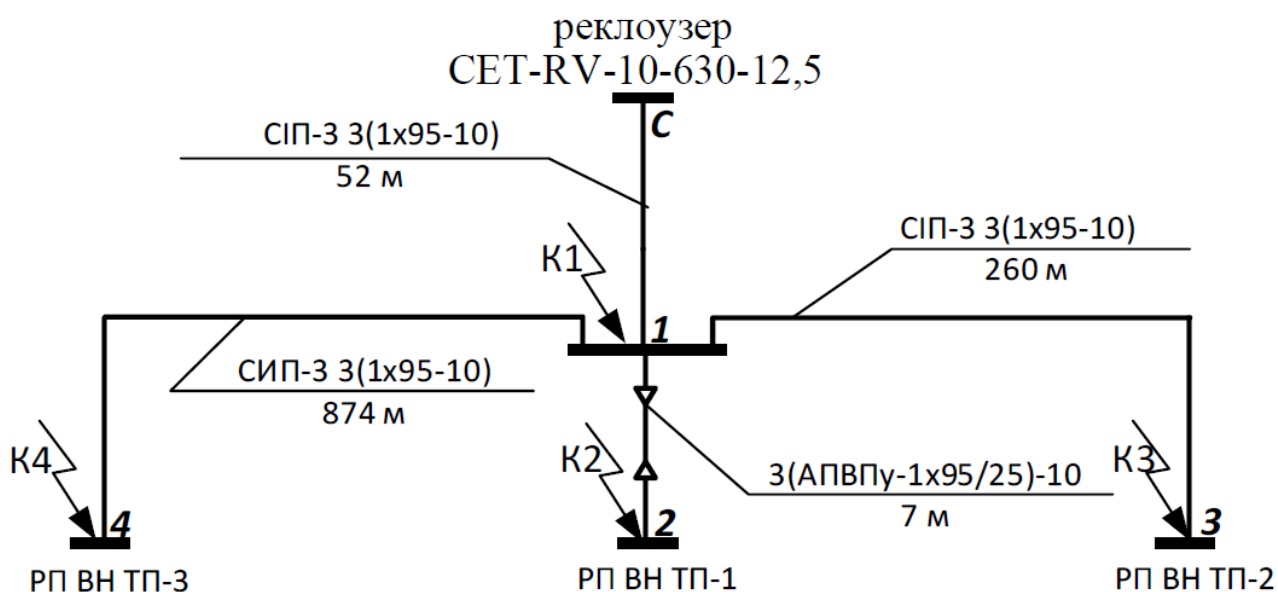


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема визначення струмів КЗ в мережі 10 кВ.

Точка С, яка відповідає межі балансової належності. На опорі відповідної точки С встановлено головний вакуумний вимикач реклоузера CET-RV-10-630-12,5, що має номінальний струм відключення $I_{\text{вимк.в}} = 12,5 \text{ кА}$. За цим параметром визначається опір системи:

$$X_C = \frac{S_{\phi}}{S_C}; \quad S_C = \sqrt{3} \cdot I_{\text{вимк.в}} \cdot U_{\text{ном}}$$

$$S_c = \sqrt{3} \cdot 12,5 \cdot 10 = 216,5 \text{ МВА}; \quad X_c = \frac{100}{216,5} = 0,46 \text{ в.о.}$$

Визначимо базисний струм за формулою:

$$I_{\bar{o}} = \frac{S_{\bar{o}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{сер.ном}}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5 \text{ кА}$$

Струм трифазного КЗ у точці K_i визначається за формулою:

$$I_{K_i} = \frac{I_{\bar{o}}}{\sqrt{R_{\text{екв.}K_i}^2 + X_{\text{екв.}K_i}^2}}$$

Для перевірки обладнання за умовою електродинамічної стійкості необхідно знати значення ударного струму, що визначається за формулою:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot I_{K3} \cdot k_{y\partial}$$

Активний та індуктивний опір i -ої повітряної або кабельної лінії визначається за формулами:

$$R_{Li} = \frac{r_0 \cdot l_i \cdot S_{\bar{o}}}{U_{\text{сер.ном}}^2}; \quad X_{Li} = \frac{x_0 \cdot l_i \cdot S_{\bar{o}}}{U_{\text{сер.ном}}^2}$$

Для СШ-3 $3(1 \times 95 - 1)$ $r_0 = 0,32 \text{ Ом / км}$, $x_0 = 0,3 \text{ Ом / км}$;

Для $3(АПвПУ - 1 \times 95 / 25) - 10$ $r_0 = 0,193 \text{ Ом / км}$, $x_0 = 0,189 \text{ Ом / км}$

Результати розрахунків занесено в таблицю В.1 (Додаток В)

3.2.2 Розрахунок струмів КЗ на напругу до 1 кВ

При розрахунку розглядався варіант схеми живлення споживачів 2 категорії підстанції ТП-1, при виведенні в ремонт 3-ї секції ТП-1. Ця схема наведена на рис. 3.2. У цьому випадку, споживачі перемикаються з СШ-3 на СШ-2, електропостачання цієї секції шин здійснюється при паралельній роботі на СШ-2 Т-2 підстанції ТП-1 та ГПУ. І тут можливі найбільші струми КЗ в точках К5 .. К13.

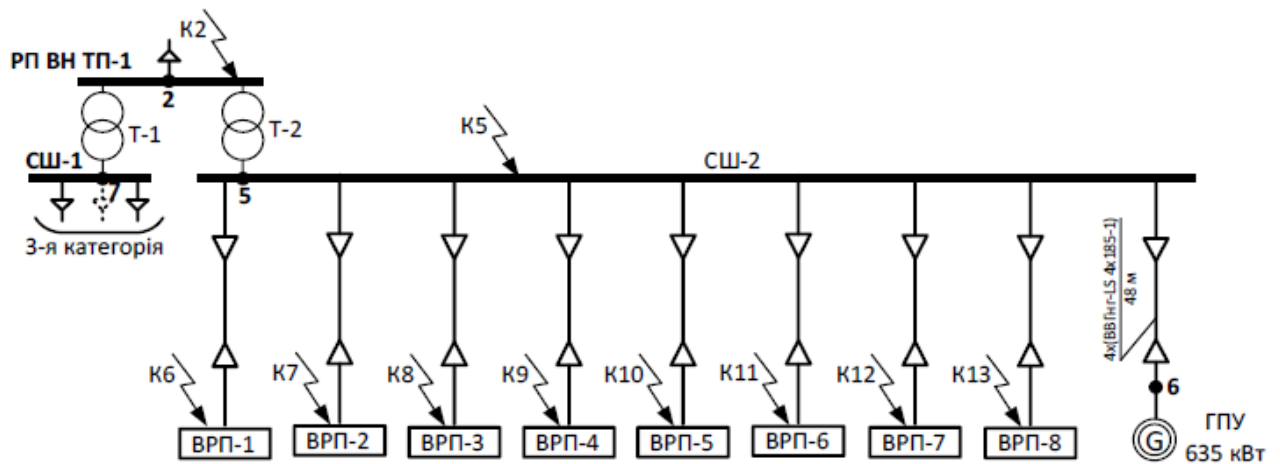


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема для визначення струмів КЗ в мережах 0,4 кВ, що живлять об'єкти другої категорії

Розрахунки щодо визначення параметрів еквівалентного генератора (еквівалентна ЕРС та опір генератора) для СШ-2 підстанції ТП-1:

$$E_{екв} = 409 \text{ В}, X_{екв} = 10,83 \text{ мОм}, R_{екв} = 9,08 \text{ мОм}.$$

На підставі отриманих параметрів еквівалентного генератора виконаємо розрахунок діючого значення періодичної складової струму КЗ у точці К5 та величину ударного струму. Струм КЗ у точці К5 дорівнюватиме:

$$I_{K5} = \frac{E_{екв}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{екв}^2 + X_{екв}^2}} = \frac{409}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{9,08^2 + 10,83^2}} = 16,7 \text{ кА}$$

Визначимо ударний струм у точці К5 від еквівалентного генератора:

$$T_a = \frac{10,83}{9,08} = 1,19, k_{y0} = 1 + e^{\frac{0,01}{1,19}} = 1 + 0,992 = 1,992$$

$$i_{y0K5} = \sqrt{2} \cdot 16,7 \cdot 1,992 = 47 \text{ кА}$$

Розрахунок струмів КЗ на ВРП виконується за такою формулою:

$$I_{Ki} = \frac{E_{екв}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{екв} + \Delta R_i)^2 + (X_{екв} + \Delta X_i)^2}}.$$

Результати розрахунків струмів КЗ наведено у таблиці В.2 (Додаток В).

З розрахунку слідує, що кабелі термічно стійкі до найбільшого струму КЗ.

Аналогічно виконаємо розрахунок струмів трифазних КЗ в мережах живлення ТП-2, показаної на рис. 3.3, використовуючи проміжні розрахунки для мереж 10 кВ.

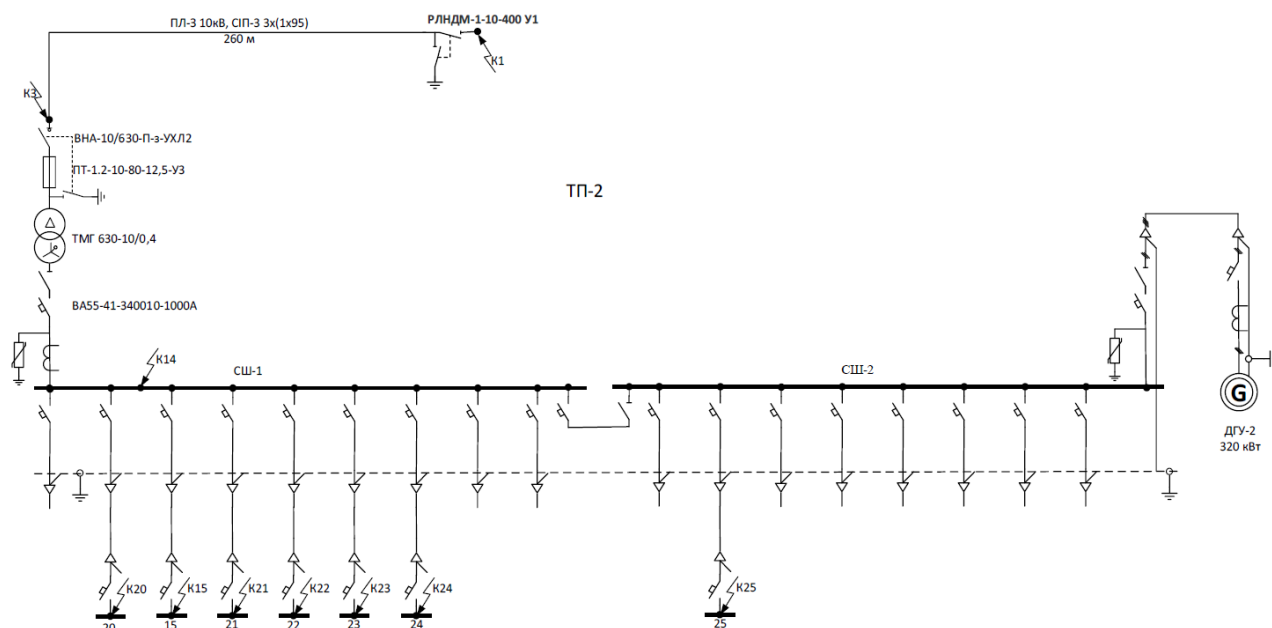


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема для визначення струмів КЗ в мережах живлення 0,4 кВ підстанції ТП-2.

Результати цих розрахунків представлені у таблиці В.3. (додаток В).

Проведемо розрахунок струмів КЗ по колах живлення вентиляторів корівника №2 1 відповідно до розрахункової схеми, наведеної на рис. 3.3.

Визначимо у відносних одиницях сумарний опір кола КЗ від системи до РП НН ТП-2. Додатково, визначимо опір лінії СІП-3, що зв'язує РП ВН ТП-2 з опорою ПЛ, що розгалужує передачу потужності по підстанціям.

По таблиці В.3. (додаток В) відносні опори лінії дорівнюють: $R_{1-3} = 0.075$ в.о. і $X_{1-3} = 0,071$ в.о. У одиницях, які приведені до 0,4 кВ, ці опори рівні:

$$R_{1-3}^{0,4} = 0,109 \text{ мОм}; \quad X_{1-3}^{0,4} = 0,103 \text{ мОм}.$$

При відомих опорах трансформатора, визначимо опори кола КЗ точки К14 (РП НН ТП-2). При цьому врахуємо індуктивний опір системи та додаткові активні опори всіх перехідних контактів, що на шинах підстанції становить $R_{доб} = 15 \text{ мОм}$.

Відповідно до розрахунку – кабелі термічно стійкі до найбільшого струму короткого замикання.

3.3 Розрахунок струмів однофазного короткого замикання

Розрахунковими точками визначення величини струму к.з. є найбільш віддалені точки мережі. Для цього проведемо розрахунок таких замикань по елементах кола, що живить найбільш віддалений електроприймач - вентилятор № 1 корівника.

Розмір однофазного струму к. з. визначимо за наближеною формулою:

$$I_{K3}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{Z_T / 3 + Z_{II}}$$

$$Z_{II} = \sqrt{(R_{\phi} + R_d + R_{TC} + R_A)^2 + (X' + X_C + X_{TC} + X_A)^2}$$

При розрахунку однофазних струмів короткого замикання необхідно враховувати опір автоматичних вимикачів, які включають опори котушок максимального струму автомата і перехідний опір контактів, і становить для автоматів з номінальними струмами розчіплювача:

$$I_{н.р} < 50 \text{ А} - R_A = 7 \text{ мОм}, X_A = 4,5 \text{ мОм};$$

$$I_{н.р} < 125 \text{ А} - R_A = 1,3 \text{ мОм}, X_A = 0,7 \text{ мОм};$$

$$I_{н.р} < 250 \text{ А} - R_A = 1,1 \text{ мОм}, X_A = 0,5 \text{ мОм};$$

$$I_{н.р} < 1000 \text{ А} - R_A = 0,25 \text{ мОм}, X_A = 0,1 \text{ мОм};$$

Результати розрахунків струмів однофазного КЗ представлені в таблиці 7.4. (додаток В).

3.4 Перевірка елементів мережі системи електропостачання

3.4.1 Перевірка обладнання вище 1 кВ на струми к.з.

На анкерній опорі головної ділянки мережі, що належить електропостачальній організації, встановлено реклоузер CET-RV-10-630-12,5 із

вакуумним вимикачем. Вимикач має граничну відключаючу здатність 12,5 кА і часом відключення вимикача $t_{откл} = 0,065$ с.

На опорі СП-3 встановленої у підстанції ТП-1, реалізовано відгалуження до підстанцій ТП-2 та ТП-3 через роз'єднувачі зовнішньої установки. На ТП-2 реалізовано повітряне введення від СП-3 на вимикач із захистом трансформатора запобіжниками.

Результати перевірки електрообладнання вище 1 кВ наведено у табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Перевірка обладнання вище 1 кВ на струми к.з.

Умови виконання	Розмірність	Реклоузер		СП-3		Вимикач		Запобіжник	
		каталог	розрах.	каталог	розрах.	каталог	розрах.	каталог	розрах.
$U_{ном.уст} \geq U_{ном}$	кВ	10	10	10	10	10	10	10	10
$I_{ном} \geq I_{розр.}$	А	400	62	180	62	630	33.4	80	33.4
$I_{вим} \geq I_{к.з.(3)}$	кА		11.55		11.55		9.92	12.5	9.92
$i_{дип} \geq i_{уд}$	кА	41	32.7			51	28		
$I_{тер}^2 t_{тер} \geq I_{кз}^2 t_{вим}$	кА·с	256	8.67	67.24	8.67	400	295 при $t=3$ с		
Висновок		Пройшов перевірку		Пройшов перевірку		Пройшов перевірку		Пройшов перевірку	

3.4.2 Розрахунок та перевірка захисних апаратів електричних приймачів та електричних мереж

Розрахунковий струм з урахуванням коефіцієнта надійності:

$$I_{p.kh} = I_p \cdot k_n$$

При проектуванні сільгосппідприємств піковий може бути визначений через коефіцієнт, що враховує пуск або самозапуск за виразом:

$$I_{ник} = k_{с.з.} \cdot I_{p.max}$$

Враховуючи неповноту інформації про склад конкретних електроприймачів приймемо $k_{с.з.} = 2,4$.

Тоді струм відсічки визначається за формулою:

$$I_{с} = I_{ник} \cdot K_{відс.}$$

Остаточною умовою вибору автоматичного вимикача є умова:

Зробимо вибір автоматичного вимикача для об'єктів 2-ої категорії ТП-1.

Результати обчислення та вибору зведемо до таблиці Г.1 (додаток Г).

Результати вибору автоматичних вимикачів в лініях споживачів ТП-2 наведені в таблиці Г.2 (додаток Г).

Приклад вибору автоматичних вимикачів у послідовному колії живлення вентилятора №1 корівника показаний у таблиці Г.3 (Додаток Г).

3.5 Аналіз якості напруги системи електропостачання та розрахунок відхилення напруги для характерних електроприймачів

Якість напруги залежить від втрат напруги в окремих елементах мережі живлення. Відхилення напруги згідно з ДСТУ EN 50160: 2014. не повинні виходити в нормальному режимі роботи за межі.

Відхилення напруги на кожній ділянці визначатимемо за формулою:

$$V = \left[\frac{(U_{ДЖ} - \Delta U_{діл}) - U_{ном}}{U_{ном}} \right] \cdot 100\%$$

Величина напруги на джерелі живлення та струму за рахунок зустрічного регулювання залежно від режиму роботи:

- у максимальному режимі: $U_{ДЖ} = 1,05U_{ном}$;
- у мінімальному режимі: $U_{ДЖ} = U_{ном}$, $I_{\min} = (0,5 - 0,6) \cdot I_{\max}$;
- у післяаварійному режимі: $U_{ДЖ} = (1,05 - 1,1)U_{ном}$, $I_{п.ав} = I_{\max}$.

Втрати у трансформаторі у відсотках було визначено раніше. Фактичне значення втрат визначимо за формулою:

$$\Delta U_{тр} = \Delta U_{тр\%} \cdot \frac{U_{ном}}{100}$$

Відхилення напруги розраховуються в максимальному, мінімальному та післяаварійному режимах для найпотужнішого та найвіддаленішого електроприймачів від ТП. Розрахунок відхилень напруг проводився при виборі перерізів провідників. Відхилення напруги при електропостачанні корівника показані в епюрах напруги (рис. 3.5).

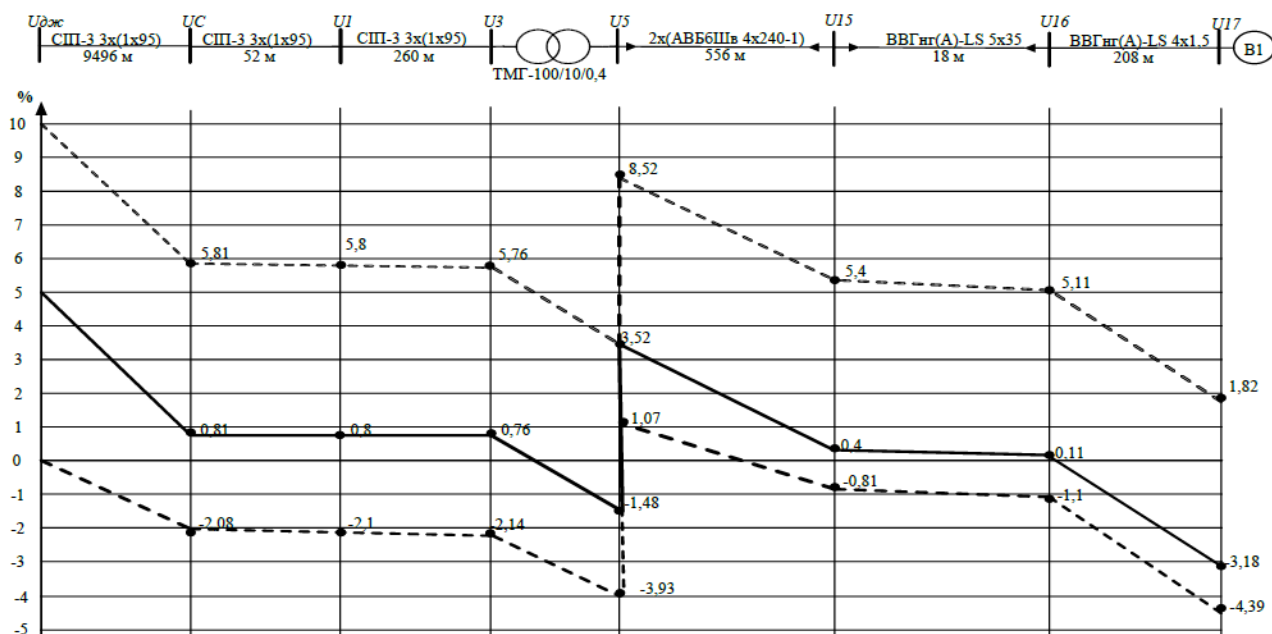


Рисунок 3.5 – Епюра відхилень напруги.

3.6 Висновки до розділу 3

В даному розділі здійснено вибір перерізів жил кабелів у мережах 10 та 0,4 кВ. Проведено розрахунки струмів трифазного короткого замикання на напругу 10 та 0,4 кВ.

Для перевірки обладнання за умовою електродинамічної стійкості визначено значення ударного струму

Проведено розрахунки струмів однофазного короткого замикання на напругу 10 та 0,4 кВ.

Здійснено розрахунок та перевірка захисних апаратів електричних приймачів та електричних мереж.

Проаналізовано якість напруги системи електропостачання та розрахунок відхилення напруги для характерних електроприймачів

Якість напруги залежить від втрат напруги в окремих елементах мережі живлення, а відхилення напруги згідно з ДСТУ EN 50160: 2014, не перевищують вказаних норм. Відхилення напруги розраховуються в максимальному, мінімальному та післяаварійному режимах.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Засоби та заходи по електробезпеці на підприємстві

До роботи в електроустановках повинні допускатися особи, які пройшли інструктаж, навчені безпечним методам праці, перевірку знань, правил безпеки, ознайомих з інструкціями і не мають медичних протипоказань, встановлених Міністерством Охорони Здоров'я.

Щоб визначити засоби та заходи по електробезпеці треба провести аналіз умов праці у цеху, данні якого занесено до табл. 4.1

Таблиця 4.1 – Засоби по електробезпеці у цеху ремонту пасажирських вагонів

№п /п	Характеристика умов праці, виробничого середовища	Нормовані параметри	Засоби та заходи по електробезпеці на підприємстві
1	2	3	4
1	Основні небезпечні та шкідливі фактори: а) рухомі машини та механізми;		Відводити спеціальні місця для їх руху, огорожувати, ставити сигнальні лампи, а щоб вони були на висоті на якій людину б вони не могли зачіпити.
	б) підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;		Треба установити у приміщенні витяжні вентиляції та венткамери, респіратори, місцеві відсмоктувачі.
	в) небезпечний рівень напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може відбутися через тіло людини;		В першу чергу треба щоб вони були заземленні, а також ізольовані від механічних впливів.
	г) недостатня освітленість природного світла		Штучна освітлювальна установка
	д) понижена температура повітря зимою		Повітряно-опалювальні агрегати
	е) підвищена температура повітря в термічному відділенні		Припливно-витяжна вентиляція, автомати з газованою водою, спецодяг.

продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
2	Категорія праці за важкістю.	Пб	
3	Параметри мікроклімату: а) відносна вологість, %	40-60	Параметри мікроклімату відповідають нормам
	б) температура, t°C	13 – 23 °C	
	в) швидкість руху повітря, м/с	Не більше 0,2	
4	Освітленість: а) у виробничому приміщенні;	250 Лк	Освітлювальна установка
	б) на робочому місці.	2500 Лк	Місцеве освітлення
5	Вентиляція:		Припливно-втяжна
6	Категорія приміщення за ступенем небезпеки ураження струмом		Особливо небезпечне
7	Засоби захисту від ураження електричним струмом для установки: - напругою вище 1000 В а) основні;		Ізолювальні штанги всіх видів, ізолювальні кліщі, електровимірювальні кліщі, показчики напруги, пристрої для створення безпечних умов праці під час проведення випробувань і вимірювань в електроустановках (показчики напруги для фазування, показчики пошкодження кабелів та ін.)
	б) допоміжні;		Діелектричні рукавички, діелектричне взуття, діелектричні килими, ізолювальні підставки, ізолювальні накладки, ізолювальні ковпаки, штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу, сигналізатори напруги, захисні огороження (щити, ширми), переносні заземлення, плакати і знаки безпеки, інші засоби захисту.

продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
	в) допоміжні;		Ізолювальні штанги, ізолювальні кліщі, електровимірювальні кліщі, показчики напруги, діелектричні рукавички, інструмент з ізолювальним покриттям. Діелектричне взуття, діелектричні килими, ізолювальні підставки, ізолювальні накладки, ізолювальні ковпаки, сигналізатори напруги, захисні огороження (щити, ширми), переносні заземлення, плакати і знаки безпеки, інші засоби захисту.
8	Перелік технічних заходів захисту в електроустановці, яка проектується		Огороження, індивідуальні засоби захисту, заземлення, ізолювання струмоведучих частин.

Для забезпечення безпеки робіт в діючих електроустановках повинні виконуватися такі організаційні заходи:

- призначення осіб які відповідають за організацію і виконання робіт;
- оформлення наряду або розпорядження на виконання робіт;
- здійснення допуску до проведення робіт;
- організація нагляду за проведенням робіт;
- оформлення закінчення роботи, перерв у роботі, переводів на інші робочі місця.

Конкретні переліки робіт, які повинні виконуватися за нарядом чи розпорядженням, слід встановлювати в галузевій нормативно-технічній документації.

При проведенні робіт зі зняттям напруги в діючих електроустановках або поблизу них:

- відключення установки (частини установки) від джерела живлення електроенергії;
- механічне замикання приводів відключених комутаційних апаратів, зняття запобіжників, від'єднання кінців живлячих ліній та інші заходи, що забезпечують неможливість помилкової подачі напруги до місця роботи;
- вивішування плакатів, встановлення захисного огороження струмоведучих частин які залишаються під напругою, до яких у процесі роботи можна доторкнутися або наблизитися на неприпустиму відстань;
- накладення заземлень (включення заземлювальних ножів або накладення переносних заземлень).

Захист від іонізуючих випромінювань забезпечується такими засобами та заходами:

- ізоляцією чи огороженням джерел випромінювань за допомогою спеціальних камер, огорож, екранів;
- обмеженням часу перебування персоналу в радіаційно-небезпечній зоні;
- віддаленням робочого місця від джерел випромінювання;
- використанням дистанційного керування;
- застосуванням приладів сигналізації і контролю;
- використанням засобів індивідуального захисту.

4.2 Заходи з пожежної безпеки

Електричні машини, обладнання, електродвигуни, світильники та ін. повинні мати апаратуру захисту від струмів короткого замикання та інших аварійних режимів.

На електродвигуни, світильники, інші електричні машини, апарати та обладнання встановленні у вибухонебезпечних або пожежонебезпечних зонах, повинні бути нанесені знаки, що вказують на їх ступінь захисту. З'єднувальні та відгалужувальні коробки електропроводки повинні бути постійно закриті кришками.

Переносні світильники повинні бути обладнані захисними скляними ковпаками й сітками. Для цих світильників та іншого переносного електрообладнання застосовують гнучкі кабелі та проводи (шнури) з мідними жилами.

Електронагрівальні та побутові прилади повинні вмикатись в електромережу за допомогою штепсельних з'єднань та електророзеток заводського виготовлення.

Застосування електричних опалювальних приладів у приміщеннях категорії А та Б не дозволяється.

Для опалення невеликих приміщень, у тому числі пересувних побутових можуть застосовуватись масляні радіатори та нагрівальні електропанелі із закритими нагрівальними елементами:

Електрощити повинні бути оснащені схемою підключення споживачів з пояснювальними написами.

Електродвигуни, світильники, провід та розподільні пристрої треба регулярно очищувати від пилу згідно затвердженого графіку (1 раз на тиждень).

Не дозволяється:

- експлуатація кабелів з пошкодженою ізоляцією;
- залишати під напругою кабелі та проводи з неізольованими струмопровідними жилами;
- застосовувати саморобні подовжувачі;
- застосування для опалення приміщень саморобного електронагрівального обладнання;
- користуватись пошкодженими розетками, відгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами;
- використовувати світильники з лампами розжарювання без захисного суцільного скла (ковпака) в пожежонебезпечних зонах;
- складування горючих матеріалів на відстані до 1 м від електроустаткування;
- використання вимикачів, штепсельних розеток для підвішування одягу й

інших предметів; заклеювати ділянки електропроводки папером та ін.

- використовувати побутові електронагрівальні прилади (чайники, кип'ятильники і т.і.) без негорючих підставок.

В усіх, незалежно від призначення приміщеннях, які після закінчення робіт замикаються і не контролюються черговим персоналом, в усіх електроустановках та електроприладах, а також у мережі живлення повинна бути відключена напруга (за винятком чергового освітлення, протипожежних та охоронних установок, а також електроустановок, що за вимогою технології працюють цілодобово).

Основними причинами пожеж в електроустановках є:

- необережне поводження з вогнем;
- незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їх монтажу та експлуатації;
- порушення режимів технологічних процесів;
- несправність опалювальних приладів та порушення правил їх експлуатації;
- невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки;
- іскріння в електроустановках;
- перевантаження та несправність обмоток електроустановок.

В цеху по ремонту пасажирських вагонів передбаченні такі протипожежні заходи: протипожежна сигналізація, пожежний водопровід, гідранти, протипожежні щити і вогнегасники. Пожежні гідранти повинні бути укомплектовані необхідним інвентарем, періодично (один раз на тиждень) перевірятися і в разі необхідності ремонтуватися.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі бакалавра проведено розрахунок електропостачання підприємства за економічними та енергетичними показниками.

Розглянуто методи енергозбереження та підвищення енергоефективності, а саме: організаційно-економічні заходи; технічні заходи; структурно-енергетичні заходи.

Проведено детальний опис проекту молочно-тваринницького комплексу, подано вимоги до електромонтажу, та до системи електропостачання.

Виконано розрахунок навантажень молочно-тваринницького комплексу та вибір джерела живлення, розглянуто 3 варіанти підключення об'єкта до мережі, та вибрано оптимальний варіант.

Здійснено світлотехнічний розрахунок електричного освітлення, а саме: розрахунок робочого та аварійного освітлення, а також побудовано структуру електричної мережі робочого освітлення.

Проведено розрахунок та вибір числа та потужності трансформаторних підстанцій, а також розрахунок центру електричних навантажень, відповідно до якого вибрано місця розташування трансформаторних підстанцій.

Здійснено вибір перерізів жил кабелів у мережах 10 та 0,4 кВ. Проведено розрахунки струмів трифазного короткого замикання на напругу 10 та 0,4 кВ.

Проведено розрахунки струмів однофазного короткого замикання на напругу 10 та 0,4 кВ.

Здійснено розрахунок та перевірка захисних апаратів електричних приймачів та електричних мереж.

Проаналізовано якість напруги системи електропостачання та розрахунок відхилення напруги для характерних електроприймачів. Відхилення напруги згідно з ДСТУ EN 50160: 2014, не перевищують вказаних норм. Відхилення напруги розраховуються в максимальному, мінімальному та післяаварійному режимах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Колешня, Я. О. (2019). Енергетична складова економічної безпеки підприємств агропромислового комплексу.
2. Як перебої з електропостачанням впливають на виробництво та ціну молока в Україні - Ганна Лавренюк. Асоціація виробників молока України. URL: <https://avm-ua.org/uk/post/ak-pereboi-z-elektropostacannam-vplivaut-na-virobnictvo-ta-cinu-moloka-v-ukraini-ganna-lavrenuk?form=MG0AV3> (дата звернення: 20.02.2025).
3. Відключення електроенергії на молочній фермі: місія можлива - AgroTimes. AgroTimes. URL: <https://agrotimes.ua/opinion/vidklyuchennya-elektroenergiyi-na-molochnij-fermi-misiya-mozhlyva/?form=MG0AV3> (дата звернення: 20.02.2025).
4. Гевко, Р. Б., Дзядикевич, Ю. В., & Градовий, В. В. (2017). Підвищення енергозбереження та енергоефективності виробництва продукції на підприємствах АПК.
5. DairyRotor T8900 rotary milking parlor. GEA – engineering for a better world. URL: <https://www.gea.com/en/products/milking-farming-barn/milking-solutions/conventional/dairyrotor-t8900-rotary-parlor/> (date of access: 22.02.2025).
6. І.І. Мартиненко , В.П. Лисенко, Л.П. Тищенко , І.М. Болбот, П.В. Олійник Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК: Підручник. – К., 2008. – 330 с.
7. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.
8. Основи електропостачання сільського господарства : Навчальний посібник / О. І. Коваленко, Л. Р. Коваленко, В. О. Мунтян, І. П. Радько. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2011 – 462 с.
9. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2018. [Чинні з 2019-03-01] / Мін-регіон України. К. : Укрархбудінформ, 2018. 137 с. (Державні будівельні норми України).

10. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загального призначеності (EN 50160:2010, IDT) : ДСТУ EN 50160: 2014. – [Чинний від 2014-10-01]. – К.Мінекономрозвитку України, 2014. – 33 с. – (Національний стандарт України)

11. Лук'яненко Ю. В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні : Навч. посіб. / Ю. В. Лук'яненко, Ж. І. Остапчук, В. В. Кулик; Вінниц. держ. техн. ун-т. - Вінниця, 2002. - 111 с. 77 23

12. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник. – 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. – 148 с.

13. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.

14. Н.В. Букович, Г.М. Лисяк Розрахунок струмів коротких замикань: навчальний посібник – Львів: Ви-во Львівської політехніки, 2018. – 236 с.

15. ДСТУ EN 62305-3:2021 Блискавкозахист. Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя (EN 62305-3:2011, IDT; ІЕС 62305-3:2010, MOD)

16. Бабюк, С. М., Хлопик, В. В. (2019). Актуальність задачі відновлення електропостачання знеструмлених споживачів трансформаторних підстанцій. Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 3, 7-7.

17. Електрична частина станцій та підстанцій: виконання та оформлення домашніх контрольних робіт: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» /КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О.В. Остапчук, Р.В. Вожаков. – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 84 с.

18. Бабюк, С. М., & В Пліс, Я. (2020). Шляхи підвищення енергоефективності систем електропостачання. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 2, 82-83.

19. Технічна політика: Побудова та експлуатація електричних мереж. Технічна політика // Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Київ: ДП «НЕК «Укренерго», 2014. 250 с.

20. Бабюк, С. М., Красножоний, О. В., Барило, В. П., & Брич, Б. В. (2020). Фактори, що впливають на надійність електропостачання. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 2, 84-85.

21. Бабюк С. М. Шляхи підвищення енергоефективності систем електропостачання / С. М. Бабюк, Я. В. Пліс // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 2. — С. 82–83.

22. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. ... Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х. : Індустрія : Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.

23. Algorithms for automatic of metrological characteristics of transducers / Serhiy Babiuk, Ivan Sysak, Oleh Buniak, Yaroslav Osadtsa // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2022. — Vol 107. — No 3. — P. 67–75.

24. Vakulenko, O., Sysak, I., Babiuk, S., & Bunko, V. (2021, December). Features of the enameled wires insulation diagnosing by voltage. In Proceedings of the International Conference „Advanced applied energy and information technologies 2021”, 2021 (pp. 27-32). TNTU, Zhytomyr «Publishing house „Book-Druk “» LLC.

25. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 5-е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.

26. Тарасенко М.Г., Коваль В.П., Буняк О.А., Мовчан Л.Т. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого рівня вищої освіти за ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ В.П. Коваль, М.Г. Тарасенко, О.А. Буняк, Л.Т. Мовчан – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 50 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Розрахунок навантаження ВРП корівника № 1. Зимовий період

Вихідні дані								Розрахункові величини			Ефективне число ЕП	Коефіцієнт роррахункового навантаження K_p	Розрахункова потужність			Розрахунковий струм, А
Найменування ЕП	Кількість ЕП n , шт.	Номінальна потужність, кВт			Коефіцієнт використання K_n	Коефіцієнт реактивної потужності		$K_B \cdot P_{ном}$	$K_B \cdot P_{ном} \cdot \text{tg } \varphi$	$n \cdot P_{ном}^2$			активна, кВт	реактивна кВАр	повна кВА	
		одного ЕП		загальна $P_{ном} = S(n \cdot P_{ном})$		$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$						$P_p = K_p \cdot S(K_n \cdot P_{ном})$	$Q_p = K_p \cdot S(K_n \cdot P_{ном} \cdot \text{tg } \varphi)$	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$	
		$P_{ном}$														
		$P_{ном, \text{min}}$	$P_{ном, \text{max}}$													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Корівник 1 ВРП-1																
ВРП 1.1																
Вентилятори	56	1,1	1,1	61,6	0,8	0,7	1,02	49,28	50	68						
Дельта скрепери гноєвидалення DG-321	8		0,75	6	0,5	0,8	0,75	3,00	2,25	4,50						
Станція управління клімат-контролем Smfrr-Datrye	1		0,5	0,5	1	0,8	0,75	0,50	0,38	0,25						
Привід воріт	0		1,5	0	0	0,65	1,17	0,00	0,00	0,00						
Обігрів напувалок	8		1,12	8,96	0,5	0,98	0,20	4,48	0,91	10,04						
Зарядна станція кормового піддвигуна Frone	1		0,7	0	0	0,95	0,98	0,00	0,00	0,49						
Чесалка-модель №1	4		2,2	8,8	0,6	0,8	0,75	5,28	3,96	19,36						
Чесалка-модель №2	2		0,5	1	1	0,8	0,75	1,00	0,75	0,50						
Станція керування гноєвидаленням DG-321 Master	2		0,5	1	1	0,95	0,33	1,00	0,33	0,50						
Робоче освітлення	1		24,88	24,88	1	0,9	0,48	24,88	12,05	619,01						

продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Станція керування нововидаленням DG-321 Master	2		0,5	1	1	0,95	0,33	1,00	0,33	0,50						
Зовнішнє освітлення	1		1,8	1,8	1	0,9	0,48	1,80	0,87	3,24						
Разом	84			114,54	0,80		0,79	91,22	71,77	725,65	18	1	91	72	116	177
Конденсаторна установка														-40		
Разом з урахуванням компенсації реактивної потужності	84			114,54	0,80		0,35	91,22	71,77	725,65			91	32	97	147
ПЕСП:																
ЩАТ 1	1		0,9	0,9	1	0,95	0,33	0,90	0,30	0,81						
ОПС	1		0,5	0,95	1	0,95	0,33	0,95	0,31	0,25						
Разом з ПЕСП	2			1,85	1		0,33	1,85	0,61	1,06	2	1	2	1	2	3
Усього по ВРУ	86			116,39	0,8		0,78	93,07	72,38	726,71	19	1	93	32	99	150

Таблиця А.2 – Розрахунок навантаження ВРП корівника № 1. Літній період

Вихідні дані								Розрахункові величини			Ефективне число ЕП	Коефіцієнт рорахункового навантаження K_p	Розрахункова потужність			Розрахунковий струм, А
Найменування ЕП	Кількість ЕП n , шт.	Номінальна потужність, кВт			Коефіцієнт використання K_n	Коефіцієнт реактивної потужності		$K_B \cdot P_{\text{ном}}$	$K_B \cdot P_{\text{ном}} \cdot \text{tg } \varphi$	$n \cdot p_{\text{ном}}^2$			активна, кВт	реактивна кВАр	повна кВА	
		одного ЕП		загальна $P_{\text{ном}}=S(n \cdot p_{\text{ном}})$		$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$						$P_p=K_p \cdot S(K_n \cdot P_{\text{ном}})$	$Q_p=K_p \cdot S(K_n \cdot P_{\text{ном}} \cdot \text{tg } \varphi)$	$S_p=\sqrt{P_p^2+Q_p^2}$	
		$p_{\text{ном}}$														
		$p_{\text{ном,мі}}$ n	$p_{\text{ном,мах}}$													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Корівник 1 ВРП-1																
ВРП 1.1	56	1,1	1,1	0	0,8	0,7	1,02	0	0	0						
Вентилятори	8		0,75	6	0,5	0,8	0,75	3,00	2,25	4,50						
Станція управління клімат-контолем Smfrt- Datrye	1		0,5	0,5	1	0,8	0,75	0,50	0,38	0,25						
Приводу воріт	0		1,5	0	0	0,65	1,17	0,00	0,00	0,00						
Обігрів напувалок	8		1,12	0	0,5	0,98	0,20	0,00	0,00	0,00						
Зарядна станція кормового піддвигуна Frone	1		0,7	0	0	0,95	0,98	0,00	0,00	0,49						
Чуслка-модель №1	4		2,2	8,8	0,6	0,8	0,75	5,28	3,96	19,36						
Чесалка-модель №2	2		0,5	1	1	0,8	0,75	1,00	0,75	0,50						
Станція керування гноєвидаленням DG-321 Master	2		0,5	1	1	0,95	0,33	1,00	0,33	0,50						
Робоче освітлення	1		24,88	24,88	1	0,9	0,48	24,88	12,05	619,01						
Зовнішнє освітлення	1		1,8	1,8	1	0,9	0,48	1,80	0,87	3,24						

продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Разом	84			43,98	0,85		0,55	37,46	20,59	647,85	3	1	37	21	43	65
Конденсаторна установка														0		
Разом з урахуванням компенсації реактивної потужності	84			43,98	0,85		0,55	37,46	20,59	647,85			37	21	43	65
ПЕСП:																
ЩАТ 1	1		0,9	0,9	1	0,95	0,33	0,90	0,30	0,81						
ОПС	1		0,5	0,95	1	0,95	0,33	0,95	0,31	0,25						
Разом з ПЕСП	2			1,85	1		0,33	1,85	0,61	1,06	2	1	2	1	2	3
Усього по ВРП	86			45,83	0,858		0,54	39,31	21,19	648,91	3	1	39	21	45	68

Таблиця А.3 Відомості про навантаження на вводі в об'єкти МТК

№ з/п	Найменування об'єкта	Категорія надійності	Встановлена потужність $P_{\text{вст, кВт}}$	Розрахункова потужність $P_{\text{розрах, кВт}}$	Розрахунковий струм $I_{\text{розрах, А}}$
1	2	3	4	5	6
1	СН ДГУ-1	3	2	0	3,3
2	ШНО-1	3	2	2	3,27
3	Ангар для техніки	3	19,00	7,00	23,00
4	КНС зливи стоків	3	11,00	11,00	17,78
5	Дезбар'єр	3	16,00	11,54	24,00
6	Вишка зв'язку	3	20,00	20,00	31,10
7	ЩСН		8,00	4,00	14,00
8	Адміністративно-побутовий блок	3	45,00	45,00	41,85
9	Станція оборотної води		68,00	50,00	77,60
10	Побутовий блок	3	86,00	86,00	139,00
11	Предлагуна 24.2	2	84,80	66,80	103.8
12	Предлагуна 24.3	2	85,00	66,80	103.8
13	Предлагуна 24.4	2	102,00	78,30	121.7
14	Предлагуна 24.5	2	163,00	127,90	198.7
15	ДМБ карусель	2	772,00	600,40	932.9
16	ДМБ паралель	2	329,60	242,00	374.4
17	ІТП	2	35,60	27,00	43.64
18	СН ГПУ	2	54,40	54,40	88,57
19	Насосна 2-го підйому	2	275,00	239,00	371
20	Корівник 1	3	126,00	93,40	150,00
21	Корівник 2	3	126,00	93,40	150,00
22	Корівник 5 (родильний корпус)	3	129,00	60,40	94,00
23	Склад сухого корму	3	158,00	98,30	153.6
24	Зовнішнє освітлення	3	6,61	0,00	9,30
25	Навіс для будиночків телят	3	2,00	2,00	3,31
26	Корівник 3	3	126,00	93,53	150,00
27	Корівник 4	3	126,00	93,53	150,00
28	Убивчо-санітарний блок	3	39,00	25,92	41,90
29	Станція поділу гнойових стоків	2	271,00	254,31	409,64
Усього по МТК			3288,01	2553,93	

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Розрахунок відхилень на вводах РП ВН підстанцій

Ділянка мережі	Режим роботи	Завантаження в.о.	Розрахунковий струм, А	Довжина, км	Втрати напруги ΔU , %	Рівень напруги джерела живлення, %	Відхилення напруги, %
ПС 35/10 - ввід на МТК	max	1	62	9.496	4.17	5	0.83
	min	0.5	31		2.08	0	-2.08
	п/авар	1	62		4.17	10	5.83
Ввід на МТК – ТП-1	max	1	62	0.056	0.02		
	min	е	50		0.02		
	п/авар	1	62		0.02		
Разом РП ВН ТП-1	max				4.19	5	0.81
	min				2.10	0	-2.10
	п/авар				4.19	10	5.81
Лінія ТП-1 – ТП-2	max	1	27.3	0.26	0.05		
	min	0.8	21.8		0.04		
	п/авар	1	27.3		0.05		
Разом РУВН ТП-2	max				4.24	5	0.76
	min				2.14	0	-2.14
	п/авар				4.24	10	5.76
Лінія ТП-1 – ТП-3	max	1	22.6	0.874	0.14		
	min	0.8	18.1		0.11		
	п/авар	1	22.6		0.14		
Разом РУВН ТП-3	max				4.24	5	0.67
	min				2.14	0	-2.22
	п/авар				4,24	10	5.67

Таблиця Б.2 – Розрахунок втрати напруги на РП НН

Підстанція	Режим роботи	Коефіцієнт завантаження КЗ	Активна складова напруги КЗ, %	Реактивна складова напруги КЗ %	$\cos\phi$	$\sin\phi$	Втрати напруги ΔU , %	Відхилення напруги на РУВН підстанції, %	Відхилення напруги на РУНН підстанції, %	Додавання напруги трансформаторів з ПБВ, %	Фактичне відхилення напруги на РП ВН підстанції, %
ТП-1	max	0,8	1,07	5,39	0,93	0,37	3,79	0,81	-2,98	5,00	2,02
	min	0,65	1,07	5,39	0,93	0,37	3,64	-2,10	-5,74	5,00	-0,74
	п/ав.	0,8	1,07	5,39	0,93	0,37	3,79	5,81	2,02	5,00	7,02
ТП-2	max	0,75	1,07	5,39	0,93	0,37	2,24	0,76	-1,48	2,50	1,02
	min	0,6	1,07	5,39	0,93	0,37	1,79	-2,14	-3,93	2,50	-1,43
	п/ав.	0,75	1,07	5,39	0,93	0,37	2,24	5,76	3,52	2,50	6,02
ТП-3	max	0,62	1,07	5,39	0,93	0,37	1,85	0,67	-1,18	2,50	1,32
	min	0,5	1,07	5,39	0,93	0,37	1,49	-2,22	-3,71	2,50	-1,21
	п/ав.	0,62	1,07	5,39	0,93	0,37	1,85	5,67	3,82	2,50	6,32

Таблиця Б.3 – Розрахунок відхилень напруги на РП НН

Ділянка мережі	Режим роботи	Коефіцієнт завантаження K_3	Розрахунковий струм, А	Довжина, км	Марка кабелю	Число паралельних кабелів	Втрати напруги ΔU , %	Фактичне відхилення напруги на РП ВН підстанції, %	Відхилення напруги на ВРП, %
ВРУ ДМК Карусель	max	1	932,9	0,21	АВБбШВ 4х240-1	3	4,30	2,02	-2,28
	min	0,8	467				2,15	-0,74	-2,89
	п/ав.	1	932,9				4,30	7,02	2,72
ВРУ ДМК Паралель	max	1	501	0,562	АВБбШВ 4х240-1	3	6,52	2,02	-4,50
	min	0,5	250,5				3,26	-0,74	-4,00
	п/ав.	1	501				6,52	7,02	0,50

Таблиця Б.4 – Результати вибору перерізів ліній живлення від ТП-1

Найменування об'єкта	Розрахункова потужність $P_p, \text{ кВт}$	Розрахунковий струм $I_p, \text{ А}$	Довжина лінії живлення, км	Кількість кабелів	Перетин кабелю	Допустимий струм кабельної лінії, А	Втрати напруги в лінії живлення, %
ДМБ Карусель	600,4	932,9	0,210	3	АВБбШв 4х240-1	999,0	4,30
ДМБ Паралель	241,0	374,4	0,562	3	АВБбШв 4х240-1	999,0	4,62
Предлагуна	127,9	198,7	0,568	2	АВБбШв 4х240-1	666,0	3,72
Предлагуна	78,3	121,7	0,267	1	АВБбШв 4х150-1	242,0	3,22
Предлагуна	66,8	103,6	0,294	1	АВБбШв 4х95-1	183,0	4,70
Предлагуна	66,8	103,6	0,264	1	АВБбШв 4х95-1	183,0	4,22
Власн. потреби ГПУ	54,4	88,6	0,042	1	АВБбШв 4х35-1	98,0	1,49
ТЕП	27,0	43,6	0,087	1	АВБбШв 4х16-1	62,0	3,23

Таблиця Б.5 – Результати вибору перерізів ліній живлення від ТП-2

Найменування об'єкта	Розрахункова потужність $P_p, \text{ кВт}$	Розрахунковий струм $I_p, \text{ А}$	Довжина лінії живлення, км	Кількість кабелів	Перетин кабелю	Допустимий струм кабельної лінії, А	Втрати напруги в лінії живлення, %
Склад сухого корму	98,9	153,6	0,209	1	АВБбШВ 4х120-1	212,0	4,00
Корівник № 1 (до ВРП 1.1)	96,4	144,6	0,656	2	АВБбШВ 4х240-1	666,0	3,12
Корівник №2	96,4	144,6	0,738	2	АВБбШВ 4х240-1	666,0	3,51
Корівник №5	60,5	94,0	0,619	1	АВБбШВ 4х240-1	333,0	3,83
ШНО-2	6,0	9,3	0,015	1	АВБбШВ 4х2, 5-1	19,0	0,75
Навіс для будиночків телят	2,0	3,1	0,338	1	АВБбШВ 4х4-1	26,0	3,53
Насосна станція 2 підйому	239,0	371,0	0,274	2	АВБбШВ 4х240-1	666,0	3,35

Таблиця Б.6 – Зведені результати вибору перерізів провідників ланцюга від ВРП-1.1 ТП-2 вентилятори корівника

Найменування об'єкта	Розрахункова потужність $P_p, \text{кВт}$	Розрахунковий струм $I_p, \text{А}$	Довжина лінії живлення, км	Кількість кабелів	Перетин кабелю	Допустимий струм кабельної лінії, А	Втрати напруги в лінії живлення, %
Корівник № 1 (до ВРУ 1.1)	96,4	144,6	0,656	2	АВБбШв 4х240-1	666,0	3,12
ВРУ-1.1 - ШВ-1 (до щита вентиляторів)	25	79	0,018	1	ВВГнг(А) - LS 5х35	127,0	0,29
Вентилятор №1	1,1	3,5	0,208	1	ВВГнг(А) - LS 4х1,5	19,0	3,29
Вентилятор №28	1,1	3,5	0,050	1	ВВГнг(А) - LS 4х1,5	19,0	0,79

Таблиця Б.7 – Розрахунок відхилень напруги на зажимах вентилятора корівника.

Ділянка мережі	Режим роботи	Коефіцієнт завантаження K_3	Розрахунковий струм, А	Довжина, км	Втрати напруги ΔU , %	Рівень напруги	Відхилення напруги, %	Добавка напруги трансформатора з ПБВ, %	Фактичне відхилення напруги на РУВН підстанції, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПС 35/10-ввід на МТК	max	1	62	9,496	4,17	5	0,83		
	min	0,5	31		2,08	0	-2,08		
	п/авар	1	62		4,17	10	5,83		
Ввід на МТК – ТП-1	max	1	62	0,056	0,02				
	min	0,8	50		0,02				
	п/авар	1	62		0,02				
Разом РП ВН ТП-1	max				4,19	5	0,81		
	min				2,1	0	-2,1		
	п/авар				4,19	10	5,81		
Лінія ТП-1 - ТП-2	max	1	27,3	0,26	0,05				
	min	0,8	21,8		0,04				
	п/авар	1	27,3		0,05				
Разом РП ВН ТП-2	max				4,24	5	0,76		
	min				2,14	0	-2,14		
	п/авар				4,24	10	5,76		

продовження таблиці Б.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Трансформатор ТП-2	max	0,75	27,3		2,24				
	min	0,6	21,8		1,79				
	п/авар	0,75	27,3		2,24				
Разом РПНН ТП-2	max				6,48	5	-1,48	5	3,52
	min				3,93	0	-3,93	5	1,07
	п/авар				6,48	10	3,52	5	8,52
Корівник №1 (до ВРП-1.1)	max	1	144,6	0,656	3,12				
	min	0,6	86,8		1,88				
	п/авар	1	144,6		3,12				
Разом на ВРП- 1.1	max				9,6	5	-4,6	5	0,4
	min				5,81	0	-5,81	5	-0,81
	п/авар				9,6	10	0,4	5	5,4
Лінія ВРП-1.1 - ШВ1	max	1	79	0,018	0,29				
	min	1	79		0,29				
	п/авар	1	79		0,29				
Разом на ТТТВ-1	max				9,89	5	-4,89	5	0,11
	min				6,1	0	-6,1	5	-1,1
	п/авар				9,89	10	0,11	5	5,11
Вентилятор №1	max	1	3,5	0,208	3,29				
	min	1	3,5		3,29				
	п/авар	1	3,5		3,29				
Разом на вентиляторі №1	max				13,18	5	-8,18	5	-3,18
	min				9,39	0	-9,39	5	-4,39
	п/авар				13,18	10	-3,18	5	1,82

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Результати розрахунку струмів трифазного КЗ у мережі 10 кВ

Ділянка	Довжина зв'язку, км	Перетин провідника	Питомий опір. Ом/км		Опір ділянки			$I_{KЗ} (3),$ кА	Постійна згасання, $T_a = x / r$	Ударний коефіцієнт $K_{y\partial}$	Ударний струм $i_{y\partial},$ кА
			$R_\phi,$ мОм	$X',$ мОм	$R,$ в.о.	$X,$ мОм	$Z,$ мОм				
3 - 1	0,052	СП-3 3(1х95)	0,32	0,3	0,015	0,014					
К1					0,015	0,476	0,48	11,55	31,5	2,000	32,7
1-2	0,007	3(АПвПу- 1х95/25)-10	0,193	0,189	0,001	0,001					
К2					0,02	0,477	0,48	11,52	29,2	2,000	32,6
1-3	0,260	СП-3 3(1х95)	0,32	0,3	0,075	0,071					
К3					0,09	0,547	0,55	9,92	6,0	1,998	28,0
1-4	0,874	СП-3 3(1х95)	0,32	0,3	0,254	0,238					
К4					0,27	0,714	0,76	7,21	2,7	1,996	20,4

Таблиця В.2 –Результати розрахунку струмів трифазного КЗ у мережі 0,4 кВ

Точка КЗ	Найменування об'єкта	Довжина зв'язку, км	К-сть кабелів	Перетин провідника	Опір ділянки			$I_{KЗ} (3),$ $кА$	Постійна згасання, $T_a = x / r$	Ударний коефіцієнт $K_{уд}$	Ударний струм $i_{уд},$ $кА$	Допустимий струм КЗ лінії $I_{дКЗ},$ $кА$
					$R,$ $в.о.$	$X,$ $мОм$	$Z,$ $мОм$					
К5	СШ-2 РУНН ТП-1				10,83	9,08	14,13	16,7	1,2	1,992	47,1	
К6	ДМБ Карусель	0,210	3	АВБШв 4х240-1	14,94	18,32	23,64	10,0	0,8	1,988	28,1	52,6
К7	ДМБ Паралель	0,562	3	АВБШв 4х240-1	21,83	33,81	40,24	5,9	0,6	1,985	16,5	52,6
К8	Предлагуна 24,5	0,568	2	АВБШв 4х240-1	27,5	46,57	54,08	4,4	0,6	1,985	12,2	35
К9	Предлагуна 24.4	0,267	1	АВБШв 4х150-1	26,74	65,15	70,43	3,4	0,4	1,976	9,4	10,6
К10	Предлагуна 24.3	0,294	1	АВБШв 4х95-1	28,53	109,04	112,71	2,1	0,3	1,963	5,8	6,9
К11	Предлагуна 24.2	0,264	1	АВБШв 4х95-1	26,72	98,84	102,39	2,3	0,3	1,964	6,4	6,9
К12	ГПУ. з/потрібні	0,042	1	АВБШв 4х35-1	13,51	47,72	49,59	3,8	0,3	1,965	13,2	4,2
К13	ТЕЦ	0,087	1	АВБШв 4х16-1	16,70	181,34	182,11	1,3	0,1	1,897	3,5	1,5

Таблиця В.3 – Результати розрахунків струмів КЗ в мережах живлення ТП-2

Точка КЗ	Найменування об'єкта	Довжина зв'язку, км	К-сть кабелів	Перетин провідника	Опір кіл КЗ			$I_{КЗ} (3),$ $кА$	Постійна згасання, $T_a = x / r$	Ударний коефіцієнт $K_{уд}$	Ударний струм $i_{уд}, кА$	Допустимий струм КЗ лінії $I_{дКЗ}, кА$
					$R,$ $в.о.$	$X,$ $мОм$	$Z,$ $мОм$					
	Система РПНН ТП-2				14,85	15,45						
К14	РУНН ТП-2				14,85	15,45	21,43	10,8	1,0	1,990	30,32	
	ТП-2 Склад сухого корму	0,209	1	АВБбШв 4х120-1	12,58	56,43		3,0			8,30	8,7
К20	ВРП складу сухого корму				27,43	71,88	76,94	3,0	0,2	1,956	8,30	
	ТП-2 Корівник №1	0,656	2	АВБбШв 4х240-1	19,25	43,30		3,4			9,51	17,5
К15	Корівник №1				34,10	58,75	67,93	3,4	0,4	1,978	9,51	
	ТП-2 Корівник №2	0,738	2	АВБбШв 4х240-1	21,66	48,71	73,8	3,1			8,77	17,5
К21	Корівник №2				36,51	64,16	73,82	3,1	0,6	1,983	8,77	
	ТП-2 Корівник №5	0,619	1	АВБбШв 4х240-1	36,34	81,71		2,1			5,89	17,5
К22	Корівник №5				51,19	97,16	109,82	2,1	0,527	1,981	5,89	
	ТП-2 ШНО-2	0,015	1	АВБбШв 4х2, 5-1	1,74	189,00		1,1			3,00	0,2
К23	Шафа освітлення				16,59	204,45	205,12	1,1	0,081	1,884	3,00	
	ТП-2 Навіс для телят	0,338	1	АВБбШв 4х4-1	32,11	2670,20		0,1			0,19	0,3
К24	Навіс для телят				46,96	2685,65	2686,06	0,1	0,017	1,564	0,19	
	ТП-2 Насосна 2 підйому	0,274	2	АВБбШв 4х240-1	8,04	18,08		5,7			15,97	17,5
К25	Насосна станція 2 підйому				22,89	33,53	40,60	5,7	0,683	1,985	15,97	

Таблиця В.4 – Розрахунок струмів КЗ по ланцюгах живлення вентиляторів корівника

Елемент схеми	Найменування елемента	Довжина зв'язку, км	К-сть кабелів	Перетин провідника	Опір кола КЗ			$I_{КЗ} (3),$ $кА$	Постійна згасання, $T_a = x / r$	Ударний коефіцієнт $K_{уд}$	Ударний струм $i_{уд}, кА$	Допустимий струм КЗ лінії $I_{дКЗ}, кА$
					$R,$ $в.о.$	$X,$ $мОм$	$Z,$ $мОм$					
С-К14	Система/РУНН ТП-2				14,85	15,45						
К14	РУНН ТП-2				14,85	15,45	21,43	10,8	1,0	1,990	30,3	
К14-К15	РУНН ТП-2/ БРУ 1.1	0,656	2	АВБбШв 4х240-1	19,25	43,30		3,4			9,5	35,08
К15	БРУ-1.1				34,10	58,75	67,93	3,4	0,6	1,983	9,5	
К15-К16	ВРУ-1.1/ШВ-1	0,018	1	ВВГнг(А) - LS 5х35	1,15	9,18		3,0			8,5	3,86
К16	ШВ-1				35,25	67,93	76,53	3,0	0,5	1,981	8,5	
К16-К17	Вентилятор В1	0,208	1	ВВГнг(А) - LS 4х1,5	26,21	2558,4		0,1			0,2	0,17
К17	В1				61,46	2626,3	2627,0	0,09	0,023	1,652	0,2	
К16-К18	Вентилятор В28	0,050	1	ВВГнг(А) - LS 4х1,5	6,30	615,00		0,3			0,9	0,17
К18	В28				41,55	682,93	684,19	0,34	0,061	1,848	0,9	

Таблиця В.5 - Розрахунок однофазних струмів короткого замикання

Параметри розрахунків	Найменування	Кількість на фазу	Довжина ділянки КЗ, км	Число кабелів	Питомий індукт. опір. X, мОм/км	Питомий активний опір. R, мОм/км	Індуктивний опір. X, мОм	Активний опір. R, мОм	Повний опір, мОм	Струм 1-го КЗ, кА
Постійний параметр	Система Хс						0,76			
	Дуга Rд							7,00		
	Опір тр-ра								14,00	
К14	Автоматич. вимикач	1			0,1	0,25	0,10	0,25		
	Трансф. струму	2			0,21	0,15	0,42	0,30		
	Разом						0,52	0,55		
	Всього в колі КЗ						1,28	7,55	7,66	10,16
К15	Автоматич. вимикач	2			0,5	1,1	1,00	2,20		
	Трансф. струму	2			0,21	0,15	0,42	0,30		
	Провідник ділянки кола К14-К15	АВБбШв 2х(4х240-1)	0,256	2	460	132	58,88	16,90		
	Разом						60,30	19,40		
	Всього в колі КЗ						61,58	26,95	67,22	3,27
К16	Автоматич. вимикач	2			4,5	7	9,00	14,00		
	Провідник ділянки кола К15-К16	ВВГНГ-LS 4X35-1	0,018	1	460	530	8,28	9,54		
	Разом						17,28	23,54		
	Всього в колі КЗ						78,86	50,49	93,64	2,04
К17	Автоматич. вимикач	1			4,5	7	4,50	7,00		
	Провідник ділянки кола К16-К17	ВВГНГ-LS 4X1, 5-1	0,208	1	460	12300	95,68	2558,40		
	Разом						100,18	2565,40		
	Всього в колі КЗ						179,04	2615,89	2622,01	0,083

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1 – Результати вибору та узгодження автоматичних вимикачів ліній живлення споживачів 2-ої категорії ТП-1

Найм. об'єкта	Розрах. струм I_p , А	Коеф. надійн.	Розрах. струм	Коеф. Самозап.	Піковий струм $I_{пк}$, А	Тип АВ	Ном. струм АВ $I_{н.а}$, А	Ном. струм розчеп. АВ $I_{н.р}$, А	Доп. струм лінії живлення, А	Коеф. відсічки	Струм відсічки	Кратність струму відсічки	Найбільше вимик. здатність, кА
ДМБ Карусель	932,9	1,1	1026,2	2,4	2239,0	ВА55-43	1600	1280	1332	1,2	2687	1,75	63
ДМБ Паралель	374,4	1,1	411,8	2,4	898,6	ВА55-43	1600	576	999	1,2	1078	1,56	63
Предлагуна 24,5	198,7	1,1	218,6	2,4	476,9	ВА53-41	400	320	666	1,2	572	1,49	85
Предлагуна 24.4	121,7	1,1	133,9	2,4	292,1	ВА57-35	250	150	242	1,2	350	1,95	44
Предлагуна 24.3	103,6	1,1	114,0	2,4	248,6	ВА57-35	250	125	183	1,2	298	1,99	44
Предлагуна 24.2	103,6	1,1	114,0	2,4	248,6	ВА57-35	250	125	183	1,2	298	1,99	44
Власн. потреби ГПУ	88,6	1,1	97,4	2,4	212,6	ВА57-31	100	100	117	1,2	255	2,13	3,5
ТЕП	43,6	1,1	48,0	2,4	104,7	ВА57-31	100	50	62	1,2	126	2,09	3,5

Таблиця Г.2 – Результати вибору та узгодження автоматичних вимикачів на ТП

Найм. об'єкта	Розрах. струм I_p , А	Коеф. надійн.	Розрах. струм	Коеф. Самозап.	Піковий струм $I_{пк}$, А	Тип АВ	Ном. струм АВ $I_{н.а}$, А	Ном. струм розчеп. АВ $I_{н.р}$, А	Доп. струм лінії живлення, А	Коеф. відсічки	Струм відсічки	Кратність струму відсічки	Найбільше вимик. здатність, кА
ВРУ складу сухого корму	153,6	1,1	169,0	2,4	368,6	ВА57-35	250	250	280,0	1,2	442,4	1,8	40,0
Корівник №1	144,6	1,1	159,1	2,4	347,0	ВА57-35	250	160	666,0	1,2	416,4	2,6	40,0
Корівник №2	144,6	1,1	159,1	2,4	347,0	ВА57-35	250	160	666,0	1,2	416,4	2,6	40,0
Корівник №5	94,0	1,1	103,4	2,4	225,6	ВА57-35	250	160	333,0	1,2	270,7	1,7	40,0
Шафа зовнішнього освітлення	9,3	1,0	9,3	1	9,3	ВА57-35	250	16	19,0	1,0	9,3	0,6	3,5
Навіс для телят	3,1	1,0	3,1	1	3,1	ВА57-35	250	16	26,0	1,0	3,1	0,2	3,5
Насосна станція 2 підйому	374,0	1,1	411,4	2,4	897,6	ВА57-39	630	500	666,0	1,2	1077,1	2,2	40,0

Таблиця Г.3 – Результати вибору та узгодження автоматичних вимикачів з ланцюга живлення вентилятора В1 на ТП-2

Найм. об'єкта	Розрах. струм I _p , А	Коеф. надійн.	Розрах. струм	Коеф. Самозап.	Піковий струм I _п к,А	Тип АВ	Ном. струм АВ I _{н.а} , А	Ном. струм розчеп. АВ I _{н.р} , А	Доп. струм лінії живлення, А	Коеф. відсічки	Струм відсічки	Кратність струму відсічки	Найбільше вимик. здатність, кА
ВРП корівника №1	144,6	1,1	159,06	2,4	347	ВА57- 35	250	160	666,0	1,2	416	2,6	40
Щит вентиляторів ЩВ-1	79	1,1	86,9	2,4	189,6	ВА57- 35	250	100	127	1,2	228	2,3	40
Вентилятор р № 1	3,5	1,1	3,85	7	24,5	ВА57- 35	250	16	19	1,2	29,4	1,8	3,5