

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ  
УДК 636.5(075)

**ПОГОДЖЕНО** **ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
Директор Інституту енергетики, автоматичності та енергозбереження **Каплун В.В.** (підпис)  
Завідувач кафедри електротехніки, електромеханіки та електротехнологій **Жильцов А.В.** (підпис)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на тему: „Розроблення та дослідження автоматизованого електрообладнання для створення мікроклімату у пташнику з клітковим утриманням”

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми **Жильцов А.В.** (підпис)  
д.т.н., професор (науковий ступінь та вчене звання) (ПБ)

**Керівник магістерської роботи** **Савченко В.В.** (ПБ)  
к.т.н., доцент (науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

**Виконав** **Кулик Д.О.** (ПБ)  
(підпис)

Київ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри  
електротехніки, електромеханіки та  
електротехнологій

д.т.н., проф. Жильцов А.В.

(підпис)

2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

*Кулику Дмитру Олександровичу*

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: „Розроблення та дослідження автоматизованого електрообладнання для створення мікроклімату у пташнику з клітковим утриманням”

затверджена наказом ректора НУБіП України від 01.02.2021 № 175”С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15. 11. 2021

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

«Правила устаткування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз діяльності та електрифікації
2. Виконати проектування автоматизації процесів у пташнику
3. Провести вибір електрообладнання пташника.
4. Виконати розрахунок електропостачання птахофабрики.
5. Обґрунтувати заходи з монтажу електрообладнання.
6. Розробити заходи з охорони праці.
7. Провести техніко-економічне обґрунтування електрообладнання

Дата видачі завдання 02.02.2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Савченко В.В.

(ПІБ)

Кулик Д.О.

(ПІБ)

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 118 с, 24 рис, 28 табл., 29 джерел.

**Об'єкт досліджень** – технологічні процеси на птахофермі з клітковим утримуванням птиці.

**Предмет досліджень** – структура автоматизованого електрообладнання птахоферми та параметри відповідного електрообладнання.

**Методи дослідження та апаратура:** моделювання, методи математичної статистики тощо; застосування сучасних приладів та методів вимірювання і обробки їх результатів за допомогою ПЕОМ у програмному середовищі “Mathcad”, амперметри, вольтметри, ватметри.

За результатами обстеження птахофабрики було обрано технологічне та електрообладнання для водопостачання, роздачі кормів, очищення гною, підтримки необхідного мікроклімату, а також розрахунок систем освітлення.

Визначена потужність трансформаторної станції 10/0,4 кВ і розведений розрахунок електричних мереж 0,38 мереж. Складається вартість монтажу та експлуатації електрообладнання, визначається чисельність електротехнічного електротехнічного обладнання, враховуються питання захисту крабів та протипожежного захисту на спідометрі.

Встановлено систему автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в пташнику, розроблено принципову електричну схему, підбрано пристрої захисту та керування. Проведено дослідження регульованого електроприводу вентиляційної системи.

Ефективність клепаних інженерних рішень підтверджена економічними розрахунками.

**Галузь застосування** – птахівництво.

**Ключові слова:** система опалення та вентиляції, обігрівач, електрообладнання, електроприймач, електричне освітлення, електричне навантаження, повітряна лінія, кабельні лінії, трансформатор, електробезпека, економічна ефективність.

## ЗМІСТ

## СПИСОК СИМВОЛІВ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТОВ «СТАРА ПТАХОФАБРИКА»	10
1.1 Характеристика господарської діяльності	10
1.2 Стан електрифікації об'єкта проектування	14
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПТАХИНИЦІ	16
2.1 Технологічний процес на птахофабриці	16
2.2 Вибір технологічного обладнання	17
2.3 Водопостачання птахофабрики	23
2.4 Розрахунок вентиляції та опалення	28
2.5 Розрахунок електроприводу вентилятора ВО-Ф-7,1А	34
2.6 Розрахунки електроприводу гноєвидільної стрічки	38
2.7 Вибір пристроїв контролю та захисту	41
2.8 Розрахунок електромережі	44
2.9 Вибір мереж розподілу електроенергії	45
2.10 Розрахунок освітлення та вибір систем освітлення	46
2.11 Розрахунки електричної мережі освітлення птиці	52
2.12 Розрахунок зовнішнього освітлення території птахофабрики	57
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА ПТАХОФЕРМІ	59
3.1 Аналіз стану регулювання параметрів мікроклімату в пташниках	59
3.2 Теоретичне обґрунтування розробки	60
3.3 Теоретичні та експериментальні дослідження системи вентиляції «Клімат-47»	65
3.4 Розробка системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в пташнику	70

3.5. Дослідження впливу вентиляційних центрів на хід кривої напруги живлення

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ, ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ТА РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ	73
---	----

78

4.1 Розрахунок електричних навантажень	78
4.2 Розрахунок зовнішніх електричних мереж	79
4.3 Перевірка електричних мереж на можливість запуску асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором	82

4.4 Випробування захисних пристроїв на роботу зі струмами однофазних і трифазних коротких замикань	85
--	----

РОЗДІЛ 5. ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ, НАЛАШТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	89
---	----

5.1 Заходи з організації монтажу та налагодження електрообладнання 89

5.2 Розрахунок роботи на експлуатацію електроприладів. Визначення чисельності обслуговуючого персоналу	90
--	----

5.3 Планування робіт з експлуатації електрообладнання 93

5.4 Організація обліку електроенергії 93

РОЗДІЛ 6. БЕЗПЕКА ПРАЦІ	95
-------------------------	----

6.1 Аналіз охорони праці в економіці	95
--------------------------------------	----

6.2 Заходи з охорони праці	96
----------------------------	----

6.3 Розрахунок заземлювального пристрою ПС 97

6.4 Захист від блискавки 104

6.5 Пожежний захист	104
---------------------	-----

РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	106
------------------------------	-----

ВИСНОВКИ 109

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 111

ДОДАТКИ	114
---------	-----

## ВСТУП

Сучасне сільське господарство є одним із найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів.

Теплопостачання входить до системи технічного оснащення сільських населених пунктів та виробничих ділянок. Поліпшення соціально-побутових умов у сільській місцевості, підвищення продуктивності у тваринництві та рослинництві, покращення заготівлі та використання кормів тощо.

Паливо та енергію використовують для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлових, громадських і промислових будівель, для сушіння зерна, насіння та кормів, для термічної обробки сільськогосподарської продукції.

Значна територіальна неузгодженість комунальних і промислових об'єктів, велика нерівномірність у споживанні тепла, нестача паливно-енергетичних ресурсів вимагають техніко-економічного обґрунтування у виборі джерела та системи теплопостачання. Через збільшення споживання палива необхідно використовувати нетрадиційні (вторинні та відновлювані) джерела тепла.

Удосконалення систем теплопостачання, раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, зниження споживання палива та енергії є найважливішими завданнями інженерної служби сільських населених пунктів і виробничих об'єктів.

Метою дослідження є розробка та доведення параметрів системи електрообладнання птахофабрики, що підвищують ефективність технологічних процесів, знижують мінливість та енергоємність продукції птахівництва.

Предметом дослідження є технологічні процеси на птахофабриці з утриманням птахів у клітках.

Предметом дослідження є конструювання автоматизованого електрообладнання для птахофабрики.

Методи та обладнання дослідження: моделювання, методи математичної статистики тощо; Використання сучасного обладнання та методів для вимірювання та обробки їх результатів за допомогою Ру.

Теоретична цінність отриманих результатів полягає в обґрунтуванні конструкції та параметрів системи електрообладнання птахофабрики з утриманням птахів у клітках.

Практична цінність отриманих результатів полягає в розробці автоматизованої електрифікованої системи електроламп.

Для захисту магістерської роботи:

1. Система технологічного обладнання птахофабрики.

2. Система автоматизованого електрообладнання технологічних процесів у пташнику.

3. Структура та параметри системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в пташнику.

4. Результати теоретичних та експериментальних досліджень регульованого електроприводу вентилятора.

5. Заходи щодо експлуатації електроприладів та охорони праці на птахофабриці.

У цій магістерській роботі обрано технологічне та електричне обладнання для птахівництва, розгляд питань електропостачання, роботи електрообладнання та охорони праці на птахофабриці, обґрунтована система автоматичного контролю параметрів мікроклімату в пташнику, дослідження з автоматизованого вентиляційної системи.

## РОЗДІЛ 1

# ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТОВ «СТАРИНСЬКА ПТАХОФАБРИКА»

### 1.1 Характеристика господарської діяльності

СТОВ «Старинська птахофабрика» розташоване в с. Мирне Бориспільського району Київської області. На підприємстві 27 виробничих майданчиків, розташованих в трьох районах Київської області в шести населених пунктах (Бориспільський район: с. Мирне, с. Малі Єрківці, с. Старе, с. Сошників; Переяслав-Хмельницький район: с. Єрківці, с. Мазинки; Баришівський район: с. Веселиновка). Входить до складу МХП.

Птахофабрика має 21 га землі, з них 18 га орної землі, решту землі займають будівлі та ферми. До складу птахофабрики входять: три пташники, магазин яєць, зерновий магазин, офіс та магазин. З 1967 по 1972 рр. на заводі були побудовані пташники та розпочато встановлення приладів для створення штучного мікроклімату, адаптації світлового режиму та повітрообміну.

Напрями діяльності птахофабрики – отримання яєць та вирощування бройлерів. Ефективність виробництва у 2020 році становила 117%.

На території птахофабрики знаходиться трансформаторна станція 10/0,4 кВ. На території птахофабрики домінують повітряні лінії.

До складу електротехнічної служби входять: інженер-електрик, інженер-електрик, інженер з охорони праці, два електромонтери IV категорії, електрики VI категорії, два сантехніки.

Птахофабрика впровадила промислові методи вирощування птиці та має мережу власних фірмових магазинів та точок продажу.

Як джерело тепла прийнята центральна котельня поблизу території птахофабрики. Теплоносієм для потреби в опаленні є перегріта вода.

Для оперативного зв'язку обслуговуючого персоналу з керівництвом птахофабрики та їх різноманітними службами в цеху встановлено телефон. У цеху радіопередачі встановлено гучномовець, який підключений до радіомережі птахофабрики.



Таблиця 1.1

## Основні показники виробничо-господарської діяльності птахофабрики

Показники	Одиниця вимірювання	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Середньорічне поголів'я птахів, усього	тис. гол.	464	438	393	393
у т.ч. дорослих курей	тис. гол.	384	373	334	343
Молодняку яєчної породи	тис. гол.	377	358	334	350
Бройлерів	тис. гол.	83	38	43	45
Валове виробництво яєць	тис. шт.	77503	73638	59740	60780
Витрати кормів на 1 тис. шт. яєць	кг	337	340	343	340,5
Валовий приріст молодняку яєчних порід	тис. шт.	505	438	396	306
Добовий приріст бройлерів	г	34,8	35,8	37,8	38,3
Реалізація яєць	тис. шт.	76363	70974	58369	59853
Реалізація м'яса птахів у живій вазі	ц	36339	9748	8940	9335

Пташник розрахований на утримання 4160 курей. Будівля пташника складається з кімнати та підсобних приміщень, розділених на секції.

Птаха утримують на підстилці при штучному освітленні зі світловим режимом, який можна встановити за певною програмою. Процеси годування та напування на птахофабриці механізовані на базі комплектів обладнання ППМ-20В. Птаху згодують сухим комбікормом, який з бункерів БСК-10 шнеком

транспортують у дозувальні ємності кормороздавача РТШ-2, звідки через кабель промивну стрічку подають до кормових контейнерів.

Напування птиці здійснюється з автоматичних поїлок.

Для передачі посліду до транспортних засобів у пташнику встановлюють конвеєрні стрічки на базі скребка ТСН-3,0-Б. Після зміни великої рогатої худоби забруднену підстилку видаляють на конвеєрні стрічки, а пташник очищають та дезінфікують системою дезінфекції автомобіля ДУК-2.

Будівля спроектована розмірами 72 × 24 м і має сім приміщень: пташник, підсобне приміщення, приміщення для завантаження гною, дві вентиляційні камери, туалет і передпокій. Освітлення в них штучне. Висота приміщень по зовнішніх стінах 3 м.

Пташники такого типу виготовляються з керамзитобетонних плит із залізобетонними перекриттями та гравійною засипкою. Підлога також бетонна, двері дерев'яні, перегородки цегляні.

Всі конструкції та вироби приймаються за чинною серією та ГОСТом. Усі дерев'яні конструкції та вироби захищають від гниття, пошкодження комахами, що руйнують дерево, та вогню дворазовим нанесенням на поверхню препарату ББК-3, що представляє собою суміш технічної бури та борної кислоти.

Після завершення оздоблювальних робіт внутрішні поверхні зовнішніх стін і конструкцій, покриття приміщень пташника піддалися водовідштовхувальному захисту кремнійорганічними сполуками згідно з «Рекомендаціями щодо водовідштовхувального захисту внутрішніх поверхонь». «Огородження сільськогосподарських будівель з підвищеною вологістю у внутрішніх приміщеннях кремнійорганічними сполуками (ГКШ-Л)».

З'єднання з вуглецевої сталі оцинковані для запобігання корозії. Товщина металевих цинкових покриттів 120-150 мкм, а нанесених гарячим цинкуванням - 50-60 мкм. Захист металоконструкцій і деталей здійснюється за допомогою антикорозійних лакофарбових матеріалів типу ЕЕ-773.

## 1.2 Стан електрифікації об'єкта проектування

Птахофабрика в категорії електропостачання відноситься до I категорії сільськогосподарських споживачів електроенергії, перерва електропостачання не повинна перевищувати 0,5 години.

Птахофабрика забезпечується високовольтною ПЛ напругою 10 кВ від Бориспільського РЕМ. За кліматичними умовами роботи повітряних ліній Рокитнянський район відноситься до другої зони, з силами вітру з товщиною льоду на стінках проводів до 10 міліметрів.

Живлення птахофабрики здійснюється від двох підстанцій 10/0,4 кВ потужністю 250 кВА, а підстанція – від двох ліній.

Електророзподільні мережі напругою 0,4 кВ двох типів: повітряні лінії на залізобетонних опорах, а кабелі - в підземних траншеях. Лінії електропередач у задовільному стані.

Зовнішнє освітлення території птахофабрики здійснюється на залізобетонних опорах лампами типу РКУ-250 з газорозрядними лампами ДРЛ 250 Вт.

З метою захисту повітряних ліній від небезпечних атмосферних перенапруг усі металоконструкції залізобетонних опор підключаються до повітряних ліній напругою 0,4 кВ до нульового провідника електромережі.

Кабельні мережі 0,4 кВ виготовляються з кабелів АПВБ на заводі. Кабельні траси прокладаються в траншеї на глибині 0,7 м на подушці з м'якого піску. Зверху траншею покривають захисним шаром бетонних плит.

Енергорозподільна мережа складається з кабелів AVRГ, які прокладаються відкрито з кріпленням на стінах, а також дротів АРВ в металевих рукавах і в тонкостінних сталевих трубах, які прокладаються на стінах і конструкціях в жолобах.

Птахофабрика має велику кількість систем електропостачання, зокрема 325 електродвигунів, а загальне електрообладнання птахофабрики становить 27030 кВт/год.

У технології вирощування та утримання курей на птахофабриках електрифікації та автоматизації підлягають найбільш трудомісткі процеси. До цих операцій в

основному належать: підтримання заданих параметрів мікроклімату та освітлення, процеси приготування та роздачі кормів, збирання льоду.

На птахофабриці працює 8 електриків під керівництвом головного інженера-енергетика та одного головного інженера-електрика.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2

## ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПТАШНИКУ

## 2.1 Технологічний процес на птахофабриці

Процес птахівництва передбачає виробництво яєць і дієтичного м'яса курей, а для підтримки високої продуктивності курей необхідно постійно інкубувати і вирощувати курей-несучок з метою відновлення продуктивності тварин. Найбільше яєць несуть кури в перший рік, на 20-25% менше на другий рік і на 30-35% менше на третій, ніж у перший рік, тому несучок на птахофабриках

змінюють щороку.

Технологічний процес на птахофабриці може бути повним (із замкнутим циклом), коли підприємство займається виробництвом інкубаційних яєць, висиджуванням та вирощуванням молодняку та виробництвом їстівних яєць або м'яса птиці, і незавершеним, коли підприємство виконує лише частину цього.

Більшість птахофабрик, які імпортують пташенят з інкубаторів, використовують незавершений цикл, а вирощену птицю здають на птахофабрику живою. Великі птахофабрики мають замкнутий цикл виробництва. Ці господарства мають власні племінні приміщення для інкубації яєць, інкубаційні цехи, приміщення для вирощування молодняку, пташники для утримання промислового стада курей-несучок, бойню та цех з переробки відходів виробництва.

Для забезпечення рівномірного виробництва яєчної продукції на великих птахофабриках процес відновлення несучок проводять поступово і партіями.

Рекомендована кількість ремонтних щенят, кількість партій та їх розмір на рік наведені в таблиці 2.1.

Для відтворення промислового стада курей-несучок протягом року з маточного стада курей отримують інкубаційні яйця, що становить 10-12% поголів'я курей промислового стада.

Таблиця 2.1

### Загальна кількість птахомісць для курей у господарствах яєчного напрямку при 10-11 місячному терміні експлуатації курей-несучок

№ з/п	Нормативи	Потужність птахофабрики		
1	Кількість птахомісць для курей-несучок, тис. шт.	335	200	500
2	Необхідний розмір партії 340-денного ремонтного молодняку, тис. гол.	9,0	35,3	67,5
3	Кількість партій у рік	35	38	22
4	Необхідна кількість птахомісць для ремонтного молодняку, тис. гол.	98,5	393	473
5	Схоронність ремонтного молодняку промислової череди	96	96	96
6	Розмір партії добових курочок, тис. гол.	32,6	23,4	43
7	Виводимість курчат, %	80	80	80
8	Необхідний валовий збір яєць для інкубації, тис. шт.	48	80	352
9	Середнє поголів'я курей батьківської череди, тис. гол.	32,5	25	65

### 2.2 Вибір технологічного обладнання

Набір приладів ППМ-20В дозволяє механізувати процеси зберігання і роздачі кормів і подачі питної води. Складається з таких основних частин і механізмів: зовнішні кормові контейнери, трубні дозатори з бункерним кормом, системи пиття, системи дротяної підвіски.

Зовнішній бункер БСК-10 (рис. 1) призначений для зберігання комбікорму від трьох до п'яти діб, встановлюється зовні і служить для подачі кормів похилим конвеєром до кормових приводів трубчастого кормодозатора, розташованого всередині пташників.

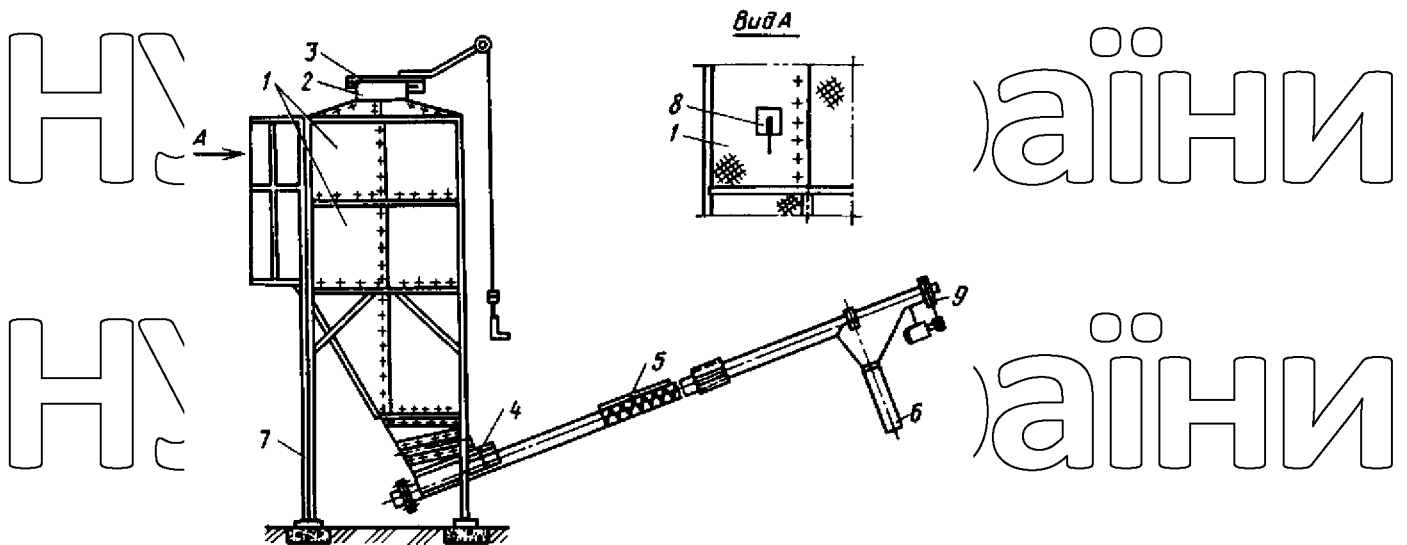


Рисунок 1 Бункер БСК-10 для зберігання сухих кормів:

1 - стінки; 2-шийка; 3 - кришка; 4 - засувка; 5 - конвеєрна стрічка ТНЩ-А; 6 - розвантажувальний бункер; 7 - драбина із захисним огорожею; 8 - датчик рівня; 9 - електропривод.

Для завантаження корму на даху бункера є горловина 2 з відкидною кришкою 3, яка відкривається за допомогою ручки, прикріпленої до каната.

За допомогою датчика рівня 8, закріпленого на верхній задній стінці 7, ви можете контролювати завантаження бункера. Для вивантаження корму в нижній частині бункера розташований похилий шнековий транспортер ТНЩ-А 5 зі збірним контейнером. Транспортувальна ємність має нахил її під кутом від 15 до 30°. Збірна ємність має клапан 4 для перекриття подачі в аварійних випадках або її обмеженої подачі при запуску в воронку.

Похилий транспортер складається з труб, які з'єднані хомутами. У цих трубках є пружинна дротяна спіраль. У верхній частині спіраль прикріплена до валу, який приводиться в рух електродвигуном через клинонасову передачу. Коробка передач має захисний кронштейн. Для скидання корму на конвеєр є нагнітальний шланг з лійкою 6. Роботою приводу конвеєра керує електрообладнання, яке є загальним для приводу дозатора трубної подачі.

Для зручності обслуговування бункер обладнаний металевими сходами 7 із захисним огорожею.

Кормороздавач трубний РТЩ-2 призначений для роздачі комбікорму в

автоматичні бункерні годівниці. Блок подачі складається з приводу подачі, живильної лінії з корпусом конвеєра, затисечно-поворотних пристроїв, телескопічних укосів, живильників, датчика ваги та електрообладнання.

Привід живильника служить для підбору та подачі корму в лінії подачі (рис.

2, а). Він являє собою зварну раму, на якій закріплена воронка 1. На платформі 13 рами розташований привід 12. Від приводу через данку 18 данка 16, коромисла 15, шток 20 приводиться в рух мішалкою 21. Шток рухається в підшипниках 19, які встановлені на воронка. Переміщуючись вперед-назад, ворошилка запобігає зависанню корму. Крісло-качалка обертається в 14 кронштейнах з нейлоновими вставками. Підшипники також мають нейлонові вставки.

Колеса 17 встановлені на консолях в передній частині платформи і служать обхідними роликками. Натяжні пристрої 10 служать для натягу каната під час роботи і для підведення його до воронки. Нормальну роботу приводу та його відключення в аварійних ситуаціях забезпечує електрообладнання 9.

Для полегшення складання та уникнення травм на ноклі 4, канюшоні 11 і захисті передбачено 7 кишень 5.

У верхній частині рами закріплено пристрій 3 для розрізання каната, який з'єднує його частини та різучі диски. У нижній частині каркаса є жолоб 8 для збору корму, що виноситься канатам з трубопроводу.

Подача з оглядовими вікнами, призначеними для розміщення транспортного кузова, складається з відрізків електрозварних або оцинкованих труб довжиною 2,4 м і діаметром 57 мм, які з'єднуються встик за допомогою хомутів.

Корпус конвеєра служить для транспортування корму і складається із сталевго троса (рис. 2, б) з литими поліамідними дисками. Швидкість робочого тіла 0,5–0,67 м/с.

Телескопічний стрижень служить для подачі корму від живильної лінії до годівниці і являє собою з'єднання двох труб різного діаметру за допомогою пристрою, що складається з гвинта і хомута.



Бункерний живильник КЦБ-2-06А має місткість 5,5 дм<sup>3</sup> і складається з піддону 16, на якому розташоване кільце 2 і ніжка сітка 1. Лотки 4 закривають конус піддону з двох сторін. Зібрана воронка 7 з кронштейнами 13 і 14 і розширювачем 5 кріпиться до осі 8 гачком 9.

Автоматична годівниця підвішена до шнура 12 за допомогою гачка 10 і підвіски 11. Висоту автоматичної годівниці регулюють таким чином, щоб верхній край піддону був приблизно на одному рівні зі спиною птиці в міру зростання курей.

Зазор між піддоном 16 і воронкою 7 регулюють, переміщуючи його вздовж осі 8, а потім закріплюючи гачком 9. Залежно від сипучості корму зазор роблять таким чином, щоб піддон заповнювався кормом на третину його глибини, тобто шар корму не повинен бути більше 22 мм. Заповнення піддону до більшої мірою призводить до втрати корму.

Датчик ваги КЦБ-1-03 служить для включення або вимкнення приводу роздавання корму в автоматичному режимі, коли тварина його наповнює та забирає, встановлюють над останнім автоматом годівниці кормової петлі.

Датчик складається з кінцевого вимикача, закріпленого на кронштейні, шарнірного кронштейна з регулювальним гвинтом і гайки. Важіль з'єднується з вушком дужки за допомогою пружини. До кінця важеля за допомогою гачка підвішується годівниця.

Електрообладнання дозатора корму складається з розподільної коробки, аварійних вимикачів, що вимикають привод в аварійних ситуаціях при наближенні затискної ковзанки до вимикача, і датчика рівня корму, що вимикає подачу корму при заповненні бункера.

Годівниця працює наступним чином. З воронки приводного живильника корм подається до кожного живильника один за одним через живильну лінію до телескопічних укосів. Коли останній жолоб заповнюється, тензодатчик вимикає привод. У ручному режимі подача приводу включається за потребою кнопкою на шафі керування, коли вмикається датчик і подача забирається в останній живильник. Привід подачі вимикається на ніч. У цьому випадку таймер

встановлюється на щоденну програму годування. Бункер для корму автоматично заповнюється кормом із зовнішнього бункера.

Система водопою типу SP A використовується для постачання молодняку водою у віці від 16 днів до закінчення вирощування. Він включає в себе резервуар для води, водопровідні труби та поїлки.

Резервуар для води використовується для підтримки постійного тиску води в системі, а також для розчинення ліків та інших препаратів, призначених для годування птиці. Він прямокутний і зварений з листової сталі. Збоку отвору монтується вентиль, до якого підводиться труба від водопроводу. У нижній

частині бака є з'єднувальна деталь для з'єднання з розподільними трубами, також є зливна труба, яка захищає бак від переповнення.

Лінії водопостачання служать для подачі води в поїлку. Вони складаються з окремих металевих труб (з фітингами), які з'єднані в загальну лінію за допомогою муфт, перехідників і Т-образних деталей. Кабелі кріпляться до стелі будівлі за допомогою канатної підвісної системи. Уздовж них встановлюють чашечки.

З'єднайте поїлки з трубами за допомогою гнучкого гумового або полівінілхлоридного шланга. Герметичність з'єднань гарантують гумові ущільнювальні кільця. На кінцях труб у вигляді заглушок кріпляться гумові пробки.

Автоматична поїлка АКП-1,5 (рис. 10) являє собою чашку 9 об'ємом 2 л, діаметром 380 і глибиною 55 мм з високим конусом, в який зверху вставлений корпус клапана 15, закріплений за допомогою а Гайка 14. Труба 10 в комплекті з клапаном 13, яка оснащена гумовими сідлами 5, пружиною 12 і з'єднувальним елементом 11. Зовні на трубу накручується головка 7 і кріпиться гайкою. З'єднання головки труби герметизується ущільнювачем 9.

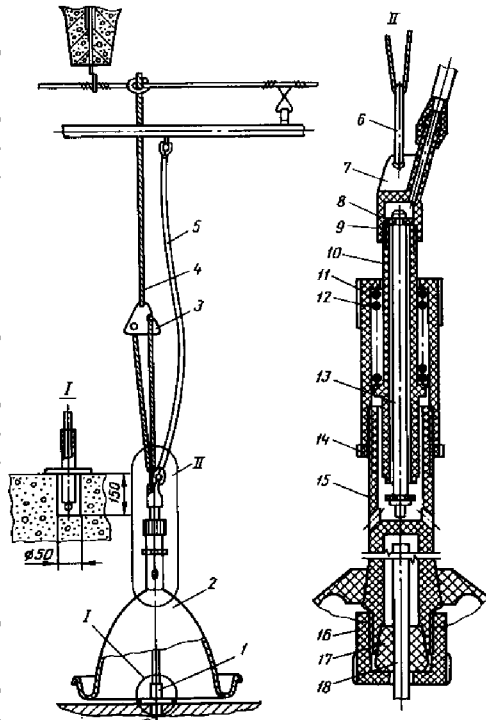


Рис 3 Автоматична годівниця чашок АКП-1,5:

1 - кріпильна труба; 2 склянки; 3 - підвіска; 4 - шнур; 5 - гнучка сполучна труба; 6 - гачок; 7 - головка; 8 - сидло; 9 - ущільнювач; 10 трубка; 11 - складання; 12 - пружина; 13 - клапан; 14, 16 - гайки; 15 - корпус клапана; 17 - рукавів; 18 - ручка.

Поїлка підвішена до капронового шнура 4, другий кінець якого прикріплений до трикутної підвіски 3, утворюючи петлю, на яку намотується гачок 6. Гачок вставляється в отвір в головці відля. Для запобігання розгойдування поїлки в корпус клапана знизу вставляють штифт 18, який закріплюють втулкою 17 і накручують гайку 16 або спеціальний гідробаластний контейнер (полімерний контейнер), наповнений 2,5 л води. У першому варіанті нижній кінець штиря 18 опускається в трубу 1, яка закріплена в нижньому поглибленні, і при наявності гідробаластної ємності поїлка буде вільно звисати, що зменшить трудомісткість під час роботи. ветеринарно-санітарна обробка питної системи.

Робота поїлки розрахована на тиск води в магістралі  $5 \cdot 10^4$  Па. Їх встановлюють так, щоб при заповненні чаші на 20 ... 30 мм подачу води перекривали.

Канатна підвісна система типу СШІ складається з дроту діаметром 6 мм (окремо - з одного пасма, попарно - з двох), який натягується під стелю і кріпиться до торцевих стін пташника за допомогою натягу, гвинти з шайбами і гайками.

До складу електрообладнання входять вимикачі, розетки, електродвигуни та блок управління ЦБК-20В-04.

Електричні пристрої працюють наступним чином. Напруга подається на автоматичний вимикач у коробці перемикання, потім через контакти відповідного автомата та магнітного пускача - на електродвигуни. Елементи схеми керування коробки та елементів дистанційного керування працюють від напруги 220 В з частотою 50 Гц. Ланцюги керування захищені запобіжником ПРС-6-П із плавкою вставкою 4 А. Розподіл живлення контролюється за допомогою датчиків КТСБ-1-ОЗ контролюється. Генератором команд для роботи дозатора корму в автоматичному режимі є програмне реле часу, а для ввіччення розвантажувальної стрічки бункера БСК-10 - датчик рівня бункера ОБН-1-03.040.

#### **2.4 Розрахунок вентиляції і опалення**

Конструкція ОВС для пташників з підлоговим і клітковим утриманням практично однакова, тому оптимальний мікроклімат у пташнику не гарантується в пташниках з підлоговими загонами.

Зазначений недолік можна усунути, зменшивши підвіску розподільних повітроводів, оснастивши металеві повітропроводи вузькими прямокутними повітроводами, за допомогою повітроводних пристроїв в ОВС у вигляді рухомих стінових панелей, які встановлюються уздовж простору між розподільним повітрям. потоки. На малюнку нижче показано покращений ОВС для підлогового пташника.

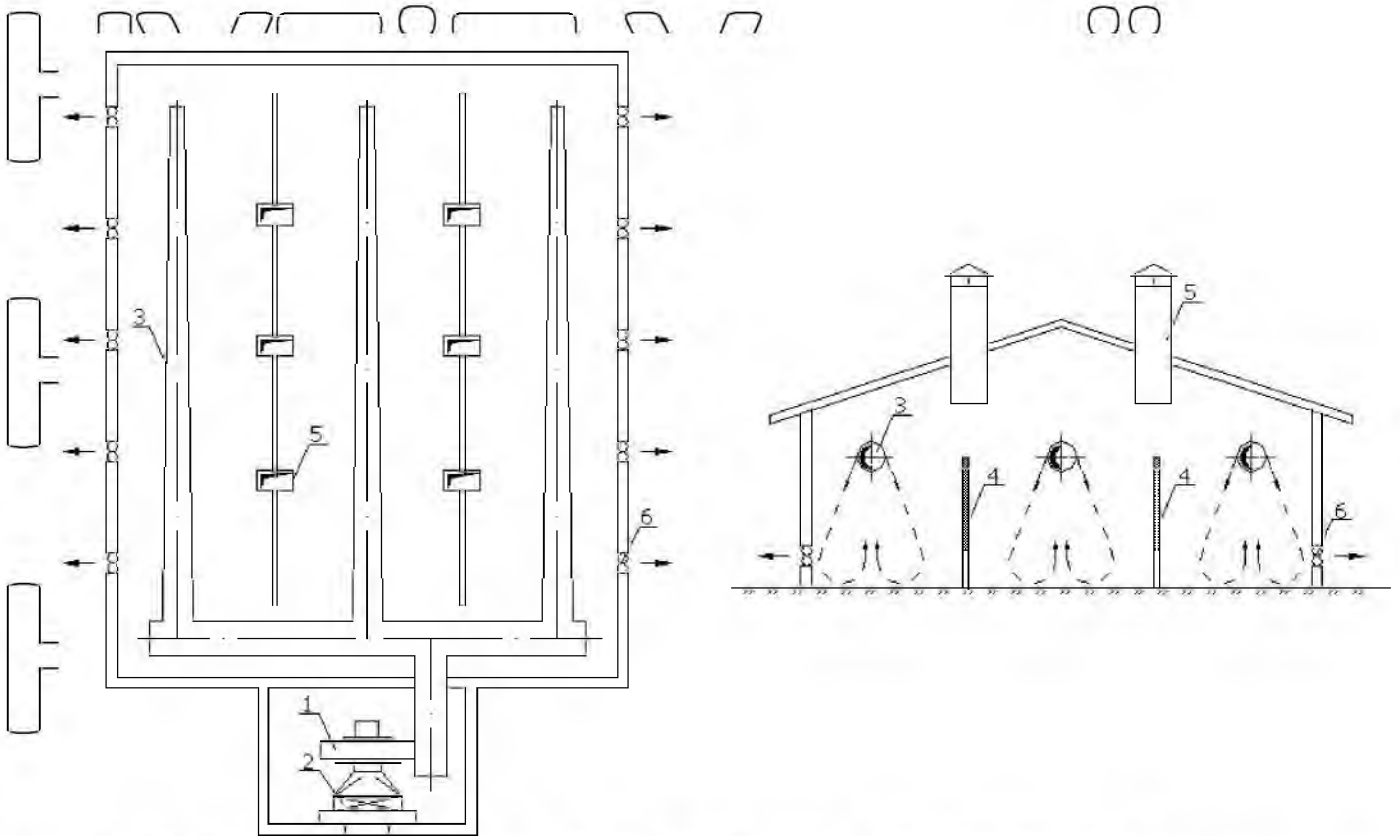


Рисунок 12. ОБК пташника з поверховим будиночком

У перехідний і теплий періоди працюють припливні вентилятори 1 і витяжні вентилятори 6, а частина повітря надходить у приміщення через витяжні повітроводи. У холодну пору року вентилятор 1 подає припливне повітря, попередньо нагріте в опалювальних приладах 2, до розподільних повітропроводів 3, які розташовані на висоті 2-2,5 м над підлогою. Повітроводи 3 обладнані вузькими прямокутними повітроводами, через які повітря надходить до повітропровідних пристроїв 4, які виконані у вигляді рухомих стінових панелей і встановлені між розподільними повітропроводами 3 на однаковій відстані один від одного та від поздовжні стіни. Струмені повітря, що надходить, направляється через стінові екрани в нижню зону і забезпечують видалення із зони аміаку, вуглекислого газу та водяної пари.

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3

# РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАШНИКУ

## 3.1 Аналіз стану регулювання параметрів мікроклімату в пташниках

Температура, відносна вологість і швидкість повітря є найважливішими параметрами, які впливають на фізіологічний стан і продуктивність тварин. Підтримка необхідної температури є однією з необхідних умов нормального перебігу обміну речовин у тварин, порушення теплового режиму негативно впливає на прояв усіх життєвих процесів [15].

Протягом року змінюється стан мікроклімату в приміщеннях. Найважливішим фактором регульованого мікроклімату є повітрообмін, який підтримує необхідну температуру, відносну вологість і чисте повітря в приміщенні. Однак існуючі системи управління мікрокліматом ще не відповідають всім вимогам гігієни зоопарку і потребують подальшого вдосконалення.

Розробляючи теоретичні основи промислового птахівництва, С.І. великий внесок зробили Боголюбовський, Н. В. Пігарьов та ін. Роботи А. К. Скороходько, Н. М. Комарова, І. М. Голосова, А. К. Данилової, В. М. Селянського, Ю. М. Крилова та інших дослідників [15].

Таки вчені, як Р. М. Славін і В. Н. Андріанов, А. В. Дьомін, І. І. Мартиненко, Л. Г. Прищеп, І. М. Біруля, Д. Н. Бистрицький, О. Н. Горячов, Д. Н. Мурусідзе, Ю. Н. Пчолкін, Г. П. Грей та інші.

Необхідність подальшого вдосконалення систем створення оптимального мікроклімату випливає з необхідності розробки та впровадження автоматизованих систем управління виробничими процесами на птахофабриках з великою кількістю птиці, різноманітних технологій утримання птиці за видовими та статевими ознаками, а також виробничо - і зонний клімат.

## 3.2 Теоретичне обґрунтування розробки

### 3.2.1 Регулювання продуктивності вентиляційних систем

Повітрообмін у приміщенні регулюється зміною потужності вентилятора, що забезпечується [14]: зміною кількості вентиляторів, що працюють одночасно; зміна швидкості вентилятора; шляхом зміни перерізу повітропроводу.

Ці методи регулювання впливають із залежності:

$$L = NSv, \quad (3.1)$$

Де  $N$  - кількість вентиляторів, що працюють у приміщенні, шт.;

$v$  - швидкість повітря в повітропроводі, м/с;

$S$  - Перетин повітропроводу, м<sup>2</sup>.

Ви можете регулювати швидкість вентилятора, змінюючи напругу живлення, кількість пар полюсів і частоту струму.

Регулювання частоти обертання приводного двигуна шляхом зміни напруги на статорі здійснюється на основі квадратичної залежності між крутним моментом асинхронного двигуна і напругою.

Напруга на статорі змінюється за допомогою автотрансформаторів або тиристорних перетворювачів напруги.

Менш ніж критично при ковзанні  $s < s_k$ , крутний момент двигуна пропорційний квадрату напруги та ковзання:

$$M \approx U^2 s. \quad (3.2)$$

У постійній момент у відносних одиницях можна записати:

$$s = \frac{1}{U_*^2} \quad (3.3)$$

Таким чином, зниження напруги зменшує швидкість приводного двигуна і крильчатки вентилятора. У цьому методі керування використовуються двигуни з високим ковзанням, які мають м'які механічні властивості (рис. 3.1).

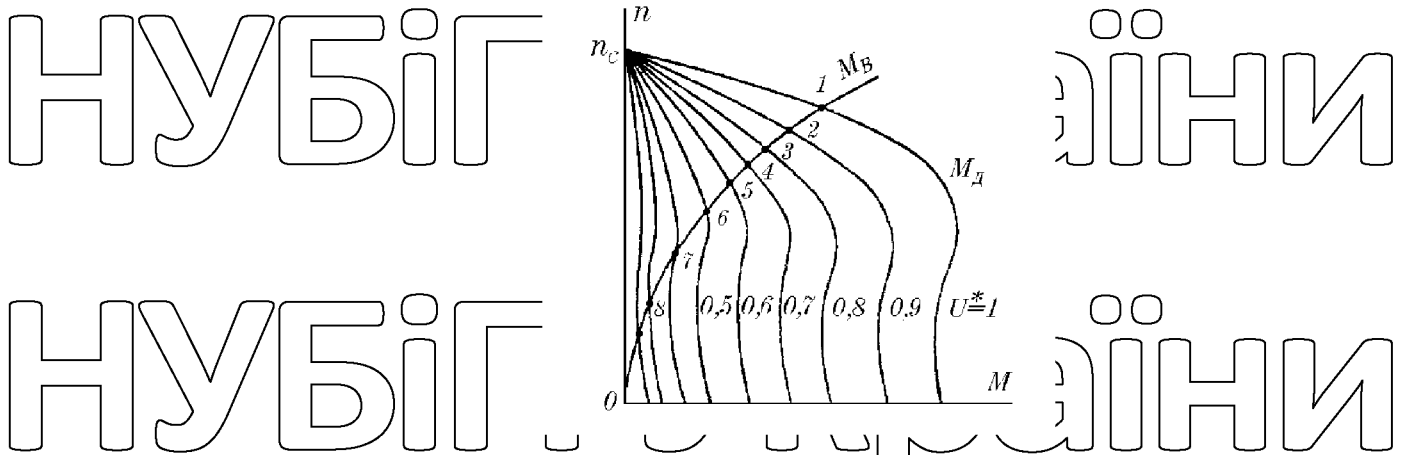


Рис. 3.1. Встановлення характеристичної кривої приводу вентилятора при установці швидкості шляхом зміни прикладеної напруги

Якщо кількість пар полюсів змінюється, змінюється швидкість приводного двигуна (вентилятора). Перевагою цього методу керування є відсутність втрат контролю та збереження жорсткості механічних властивостей (рис. 3.2, а). До недоліків можна віднести поступове регулювання потужності вентилятора і погіршення техніко-економічних показників у зоні невеликого ковзання.

Ви можете регулювати продуктивність вентилятора, змінюючи поточну частоту, оскільки швидкість двигуна прямо пропорційна поточній частоті живильної мережі. Зараз розроблено багато малих перетворювачів частоти, які дозволяють встановлювати їх на окремі вентилятори. Щоб показники продуктивності були оптимальними при регулюванні частоти обертання приводних двигунів вентиляторів, необхідно одночасно за законом змінювати напругу і частоту струму.  $\frac{U}{f^2} = const.$

Рівняння механічних властивостей двигуна має вигляд [14]:

$$M_o \in \frac{2M_{KH} K_U^2 (1 + \frac{\epsilon}{\alpha})}{s_{KH} + s_{KH} + 2 \frac{\epsilon_H}{\alpha}}, \quad (3.14)$$

Де  $K_U = \frac{U}{U_n}$  - відносне значення напруги;

$\alpha = \frac{f}{f_H}$  - відносне значення частоти струму;



$\varepsilon = s_{xH} \frac{R_1}{R_2}$  або критичне ковзання двигуна, носії активної фази статора і ротора, зведені до статора

Схема керування вентилятором при зміні частоти струму показана на рис. 3.2, б, в.

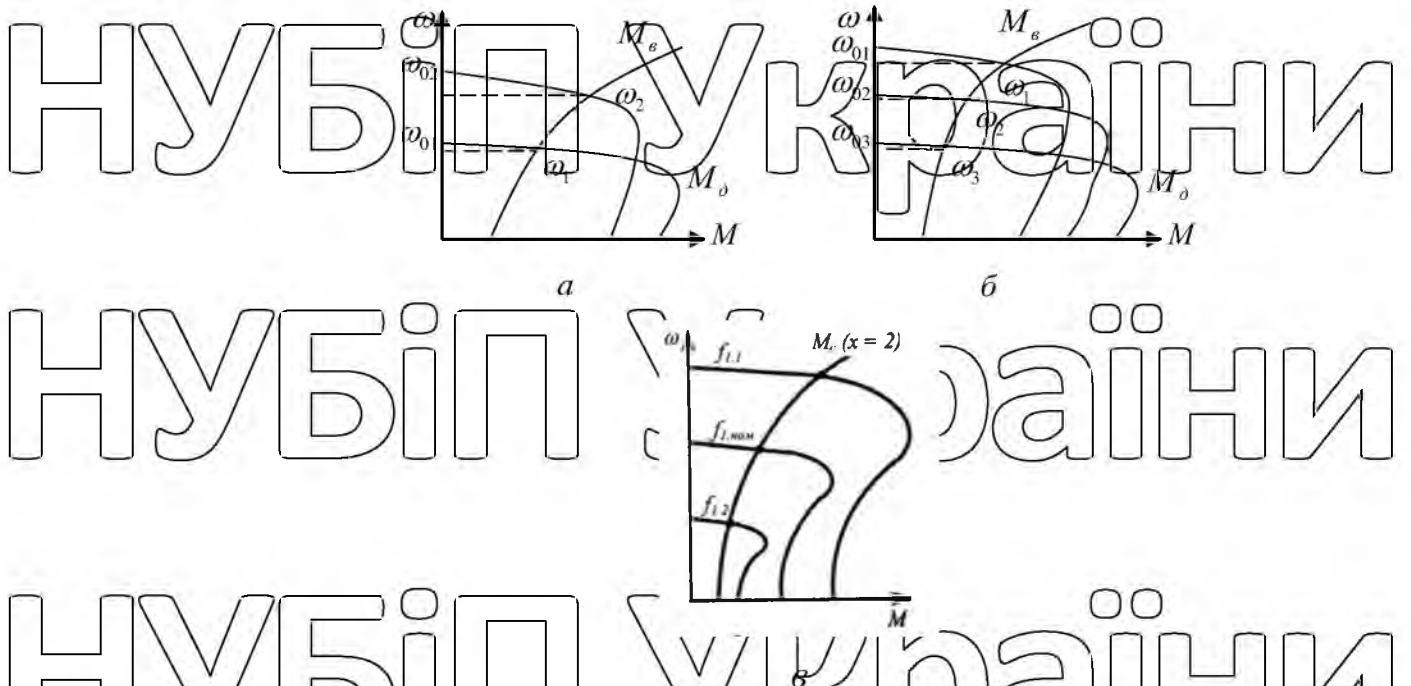


Рис. 3.2. Схеми керування вентилятором:

а - при зміні кількості пар полюсів; б - при зміні частоти струму без

регулювання напруги; в - при зміні частоти струму та регулювання напруги

згідно із законом  $\frac{U}{f^2} = const$

Продуктивність вентиляційної системи можна регулювати, змінюючи

перетин воздуховода за допомогою заслінки. При використанні заслінки опір в повітроводі збільшується (рис. 3.3, крива 2) що призводить до зниження продуктивності вентилятора.

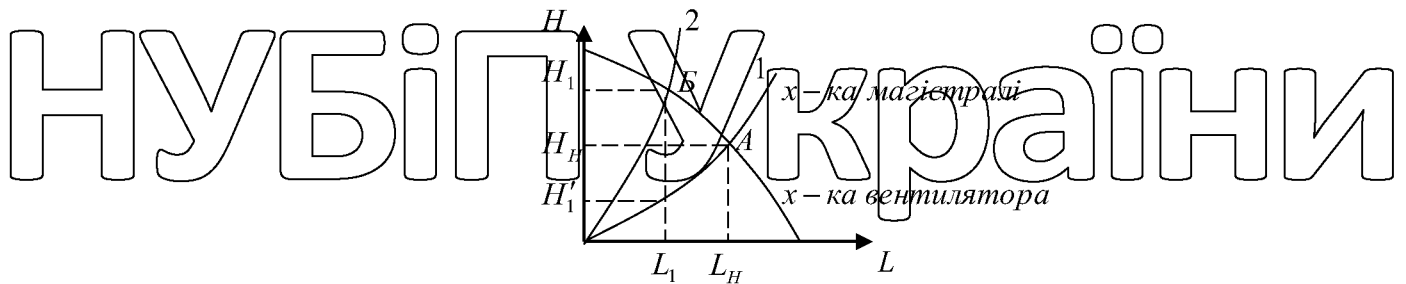


Рис. 3.3. Власивості вентилятора при зміні площі перерізу повітропроводу

При такому способі регулювання продуктивності вентиляційних систем максимальні втрати становлять 38,5% від номінальної потужності, що в 2,25 рази більше, ніж при перших двох методах [14].

### 3.2.2 Системи автоматичної вентиляції

Залежно від кількості осьових вентиляторів вентиляційна установка «Клімат 4М» поділяється на «Клімат 45М» з вентиляторами ВО-Ф-5,6А та «Клімат 47М» з вентиляторами ВО-Ф-7,1А. Привід вентилятора - від трифазних асинхронних двигунів АІРР. Крім вентиляторів, у комплекті є автоматичні вимикачі для кожного електродвигуна та станція керування ТСУ-2-КЛУЗ «Кліматика 1» або модернізована тиристорна станція керування типу ТСУ-3-КЛУЗ.

Пристрій ТСУ-2-КЛУЗ «Клімат - 1» [14] являє собою тиристорний стабілізатор напруги з цифровим керуванням на інтегральних схемах, що дає можливість плавної зміни вихідної напруги за принципом фазового регулювання в залежності від температури в приміщенні. Доступні ручний і автоматичний режими керування. В автоматичному режимі станція пропонує РІ-закон для регулювання температури. Пристрій складається з 2 блоків: блоку регулятора, який містить блок живлення та блоку управління, та блоку вимикача. Останній виконує функцію байпасного пристрою і захищає пристрій від короткого замикання.

При положенні перемикача режимів роботи «Н» - нерегульований режим, напруга подається на двигуни, минаючи блок управління. У положенні «Р» - регульований режим, електродвигуни живляться від тиристорного контролера.

Силова секція складається з трьох паралельно з'єднаних тиристорних пар типу Т123-250-9-41. Для захисту тиристорів від перенапруг в мережі та комутаційних перенапруг силова секція має спеціальний блок захисту, що складається з схем ПІК та варіаторів. Також тут встановлений силовий трансформатор для управління та синхронізації керуючих імпульсів з фазами електромережі.

Блок управління складається з двох штампованих плат і панелі керування. Пульта управління містить найважливіші елементи керування та сигналізації: зони опору та блокування перемикачів «налаштування температури»; Блок комутації «датчики» «1», «2», «3», «4», що відповідає кількості підключених термопар (датчиків) в автоматичному режимі, а положення «ручне управління» - ручному режиму роботи приладу. ; Резистор «мінімальна напруга», резистор «аварійне відхилення температури» та лампа.

Датчики температури – це терморезистори типу ТSM (до 4 штук), які вмикаються паралельно і розподіляються по всій довжині приміщення.

На функціональній схемі (рис.3.4) прийняті такі позначення: БР - блок контролера, ВР - блок комутаторів, ТП - термоперетворювач, ВБ - блок, БУ - блок управління, І - блок живлення, VTS - система контролю та сигналізації, СИФУ - імпульсно-фазова система управління, ПІ - імпульсний підсилювач.

Модернізована тиристорна станція керування ТСУ-3-КЛУЗ призначена для роботи в системі «Клімат - 4М» і виконує ті ж функції. Його основна відмінність полягає у використанні в системі керування мікрокомп'ютерами [14].

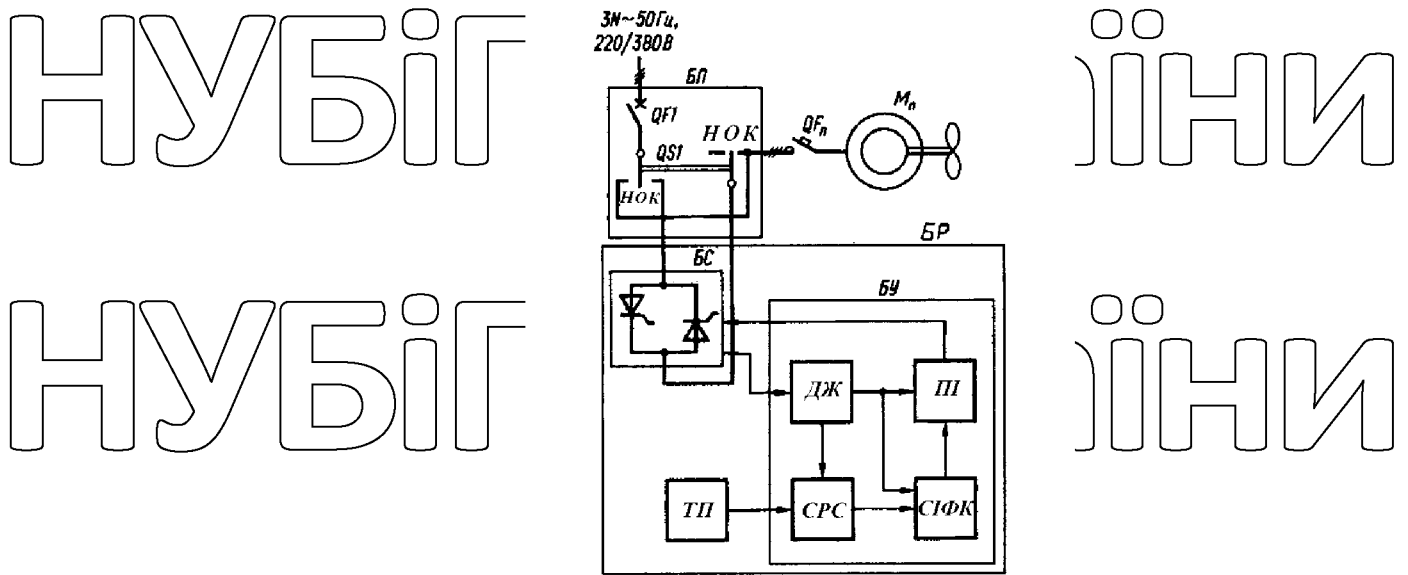


Рис.3.4. Функціональна схема приладу «Клімат -Т»

### 3.3 Теоретичні та експериментальні дослідження системи вентиляції «Клімат-47».

При регулюванні кутової швидкості шляхом зміни частоти струму жорсткість механічних властивостей і, таким чином, ковзання двигуна залишаються майже незмінними, тобто. Різниця швидкостей  $\Delta\omega = \omega_0 s \approx \omega_0 s_{ном} = const$ .

Тоді змінні втрати потужності в механічних властивостях вентилятора робочої машини.

$$\Delta P_v = M_{ном} \left( \frac{f}{f_{ном}} \right)^2 \omega_0 s_{ном} \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = \Delta P_{внн} \left( \frac{f}{f_{ном}} \right)^2 \quad (3.5)$$

При частотному методі регулювання швидкості асинхронного двигуна робоче ковзання двигуна залишається малим у всьому діапазоні регулювання.

Тому втратами в сталі ротора можна знехтувати і виразом для втрат у сталі у разі нормативного регулювання  $\frac{U}{f_2} = const$  буде виглядати так.

$$\Delta P_{cm} = \Delta P_{cm1} + \Delta P_{cm2} \approx \Delta P_{cm1ном} \left( \frac{U}{U_{ном}} \right)^2 \left( \frac{f_1}{f_{ном}} \right)^{1,3} = \Delta P_{cm1ном} \left( \frac{f^2}{f_{ном}^2} \right)^2 \left( \frac{f_1}{f_{ном}} \right)^{1,3} = \Delta P_{cm1ном} \left( \frac{f^2}{f_{ном}^2} \right)^{5,3} \quad (3.6)$$

Відношення втрат потужності при номінальній частоті до втрат потужності на неномінальній частоті записується так:

$$\frac{\Delta P}{\Delta P_{ном}} = \frac{\Delta P}{\Delta P_{ном} (\alpha + 1)} = \frac{1}{\alpha + 1} \left( \alpha \left( \frac{f}{f_{ном}} \right)^{5.3} + \left( \frac{f}{f_{ном}} \right)^2 \right) \quad (3.7)$$

При зміні частоти від 50 до 10 Гц постійні втрати в двигуні зменшуються в 8400 разів, змінні - в 25 разів, повні - в 40 разів.

Ось чому електроприводи для вентиляторів з частотно-регульованими приводами споживають менше енергії, ніж електроприводи з регульованим напругою, завдяки чому енергоспоживання системи зменшується.

Проведені експериментальні дослідження для порівняння енергетичних властивостей електроприводів з регуляторами напруги та частоти та їх аналізу з точки зору енергозбереження. Дослідження проводили за схемою, наведеною на рис. 3.5. та 3.6.

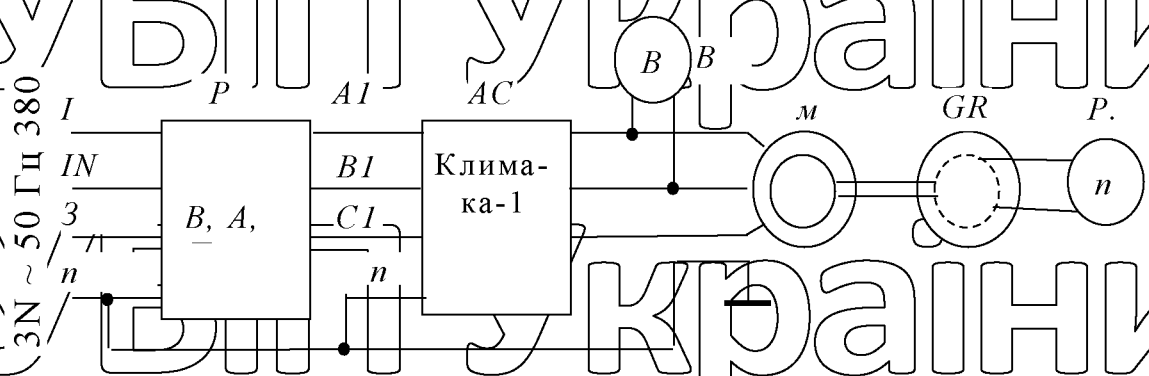


Рис. 3.5. Схема включення обладнання та приладів для дослідження електроприводу вентилятора при живленні від перетворювача напруги

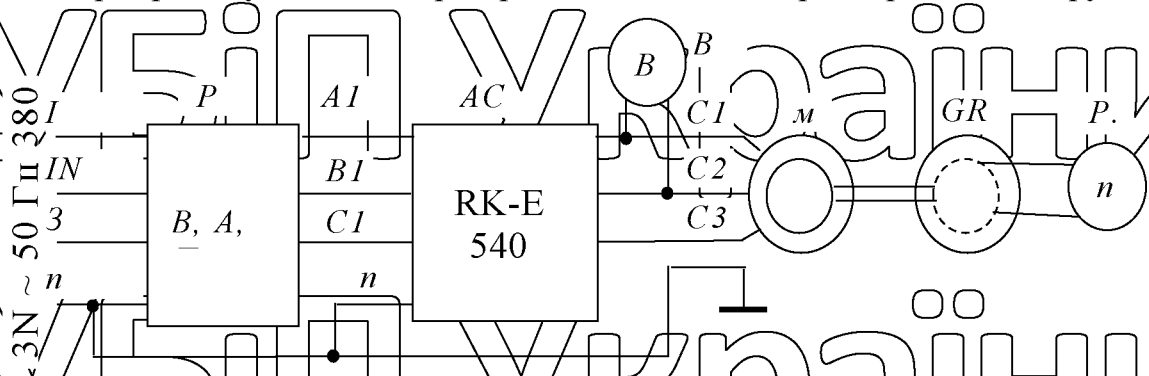


Рис. 3.6. Схема підключення приладів і приладів для дослідження електроприводу двох вентиляторів типу VO-F-7.1A при живленні від перетворювача частоти

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.1

## Перелік вимірювальних приладів для дослідження

п/п	Назва пристрою	Тип	Серійний номер	Клас точності	Дата перегляду
1	Комплект для вимірювання струму, напруги та потужності	D552	1728 рік	0,5	02/09
2	Комплект для вимірювання струму, напруги та потужності	515	2233	0,5	02/09
3	Вольтметр	C33	8600981	0,5	08.01
4-й	Спідометр	10-10	2209	2,5	08.01
5	блискавка	ДД-201	300825	1.0	08.02
6-й	секундомір	Агат	62327	2,5	04.02

Були досліджені залежності потужності та струму, що споживається мережею, а також швидкості вентилятора від напруги або частоти струму, що подається на двигун.

При дослідженні асинхронного двигуна AIRP80A6U2, який використовується для приводу осьових вентиляторів ВО-Ф-7,1А, напруга на двигуні з тиристорним перетворювачем напруги станції керування «Клімат-1» знаходилася в межах від 120 до 380. змінено V. Вимірювання струму, потужності, коефіцієнта потужності та швидкості двигуна. За результатами дослідження отримано залежності у відносних одиницях  $I^* = f(U^*)$ ,  $P^* = f(U^*)$ ,  $\eta^* = f(U^*)$ ,  $\cos\varphi = f(U^*)$ ,  $K_3 = f(U^*)$ .

При дослідженні впливу частоти струму на властивості двигуна AIRP80A6U2 був використаний перетворювач частоти струму фірми Mitsubishi.

Частота струму варіювалася від 10 до 50 Гц. Виміряли струм, потужність, коефіцієнт потужності та швидкість двигуна. За результатами досліджень

отримано залежності у відносних одиницях  $I^* = f(f^*)$ ,  $U^* = f(f^*)$ ,  $P^* = f(f^*)$ ,  $n^* = f(f^*)$ ,  $\cos\phi = f(f^*)$ ,  $K_z = f(f^*)$ .

Експерименти проводили в трьох примірниках. Середні значення вимірних значень наведені в таблицях А1, А2 і А3 додатка А.

За результатами досліджень розраховано загальну споживану потужність  $S$ , коефіцієнт потужності  $\cos\phi$  та ковзання двигуна  $s$ .

На рис. 3.7 наведено залежності споживання струму, потужності та швидкості двигуна осьового приводу вентилятора ВО-Ф-7,1А від напруги у відносних одиницях.

На рис. 3.8 наведені залежності споживання струму, потужності та швидкості двигуна осьового приводу вентилятора ВО-Ф-7,1А від частоти струму у відносних одиницях.

За результатами досліджень визначено відношення споживаної потужності електроприводів від мережі при живленні від перетворювача напруги до потужності, споживаної потужністю перетворювача частоти (табл. А.4 додатка А). Отримана залежність наведена на рис. 3.9.

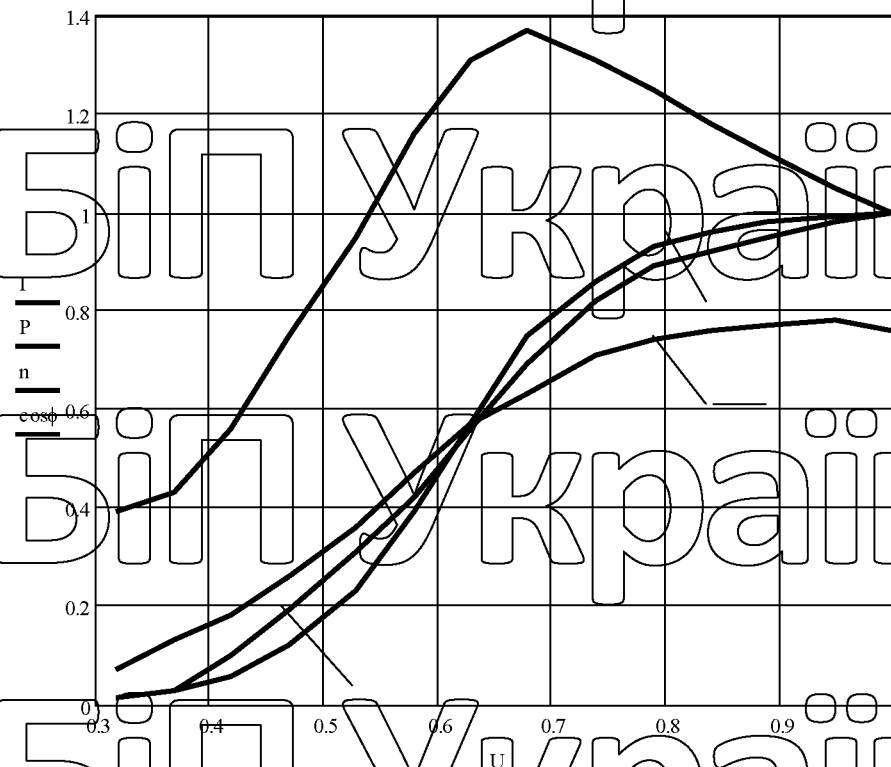


Рис. 3.7. Залежності струму, потужності та частоти обертання асинхронного електродвигуна осьового вентилятора від напруги у відносних одиницях

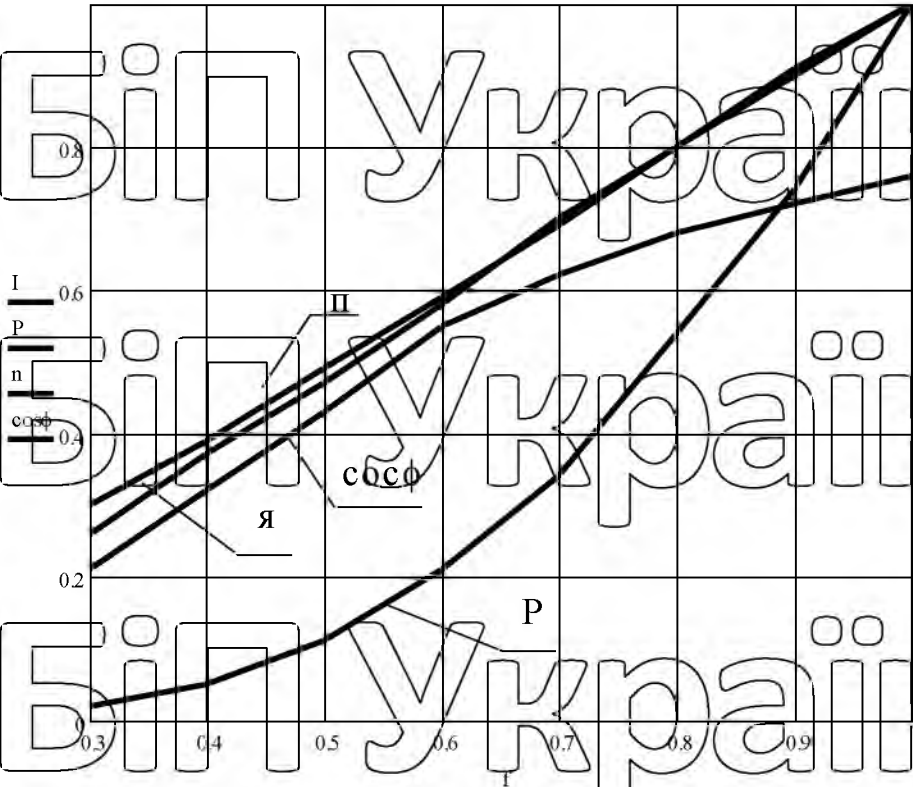


Рис. 3.8. Залежності струму, потужності та частоти обертання асинхронного електродвигуна осьового вентилятора від частоти струму у відносних одиницях.

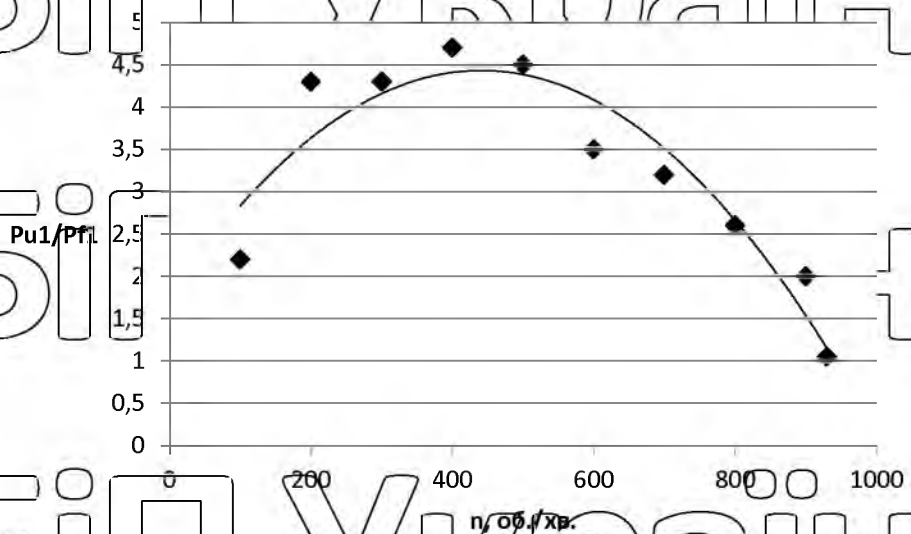




Рис. 3.9. Залежність потужності, що споживається електродвигунами при живленні від перетворювача напруги, від потужності, споживаної при живленні від перетворювача частоти

### 3.4 Розробка системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в пташнику

Дослідження показали, що використання перетворювача частоти в системі автоматичного регулювання вентиляції в пташнику має явні переваги перед існуючою системою з тиристорним перетворювачем напруги.

Для цієї системи був обраний перетворювач частоти VFD055E43A (рис. 3.10).

Перетворювач частоти VFD055E43A – це електронний пристрій для зміни частоти електричного струму (напруги). Перетворювач частоти складається з інвертора і випрямляча.

Основні технічні характеристики перетворювача: номінальна потужність двигуна - 5,5 кВт; Номінальний вихідний струм, постійний крутний момент - 13 А; Вихідна частота - 0,1 ... 600 Гц; Розміри - 130,0 x 260,0 x 169,2 мм; Метод контролю - SP WM; Час розгону / гальмування - 0,1 ... 600, с;

Перетворювач частоти має три аналогових входи, чотири багатофункціональних виходи (2 транзистора і 2 реле), один імпульсний і один аналоговий вихід. Функції керування: частотні та векторні алгоритми для відкритих і закритих систем, пряме управління крутним моментом, виведення даних на 5-бітовий дисплей, автоматичний перезапуск, синхронізація з двигуном, компенсація ковзання та автоматичне збільшення пускового моменту, кілька варіантів самотестування.

Цей перетворювач має: компактну конструкцію - дозволяє встановити на DIN-рейку; простота обслуговування та введення в експлуатацію; PID-регулятор; Регулювання частоти вольта. Формування характеристики V/f в трьох точках; вбудований РЧ фільтр класу В; вбудований RS-485 (MODBUS); Комунікаційний адаптер для мереж ProfiBus, DavisNet, LonWork і CANopen, додатковий пульт дистанційного керування RU06 і програмне забезпечення для ПК VFD; можливість включення векторного режиму шляхом зміни прошивки.

Принципова електрична схема системи автоматичного регулювання параметрів мікропідмату наведена на рис. 3.11

За основу розробки було взято структурно-схемне рішення станції серії TCU-2-КЛУЗ.

Схема має автоматичний вимикач QF1 для захисту від струмів короткого замикання і вимикач SA для перемикання режимів роботи (робота в регульованому або нерегульованому режимі).

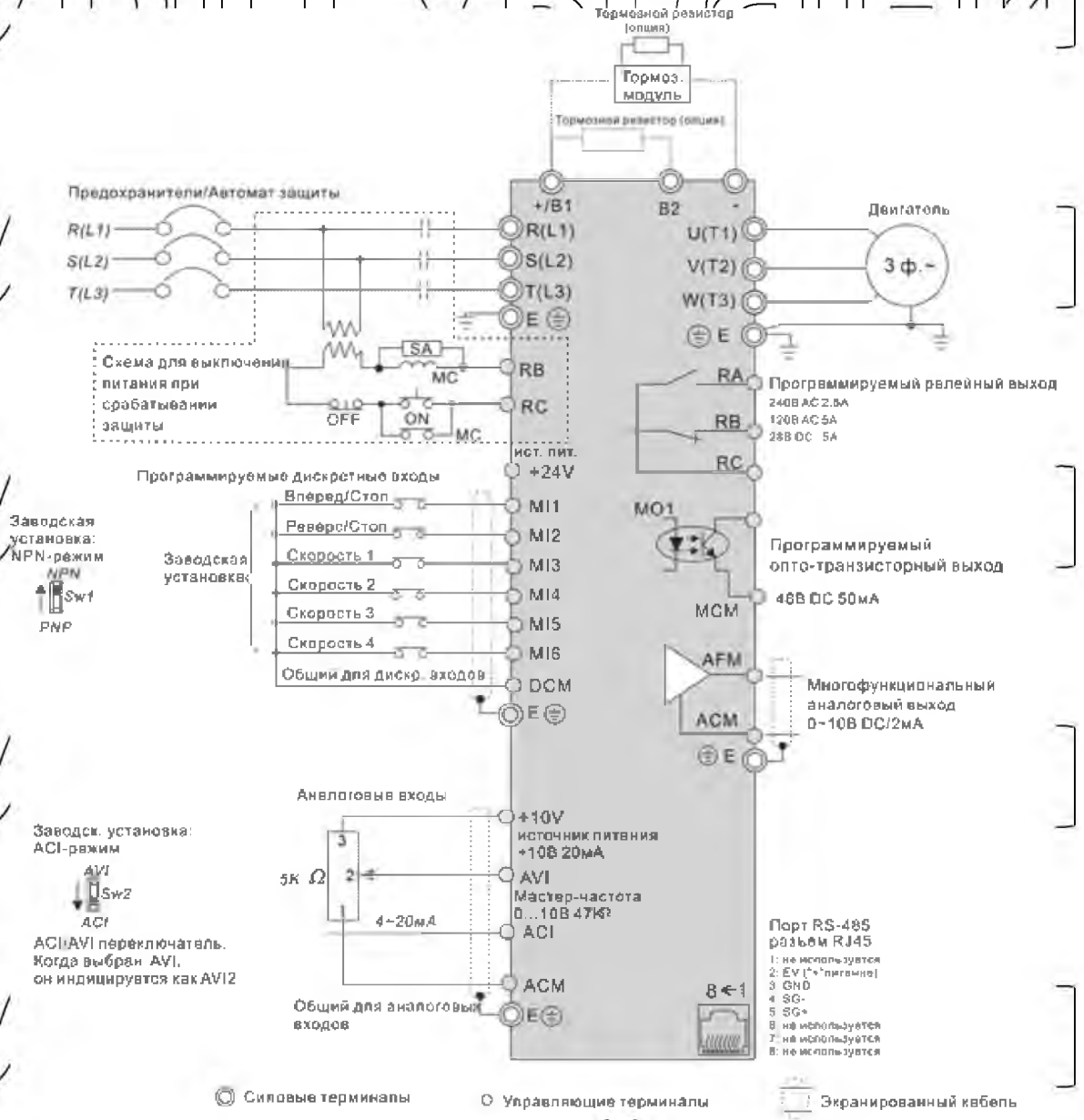


Рис. 3.10. Перетворювач частоти VFD055E43A

У регульованому режимі електродвигуни вентиляторів живляться від перетворювача частоти AF

Перетворювач частоти працює в ручному та автоматичному режимах. У ручному режимі керування перетворювачем здійснюється за допомогою вбудованого потенціометра, а в автоматичному — через мідний термометр опору SCM зі стандартизаційним перетворювачем.

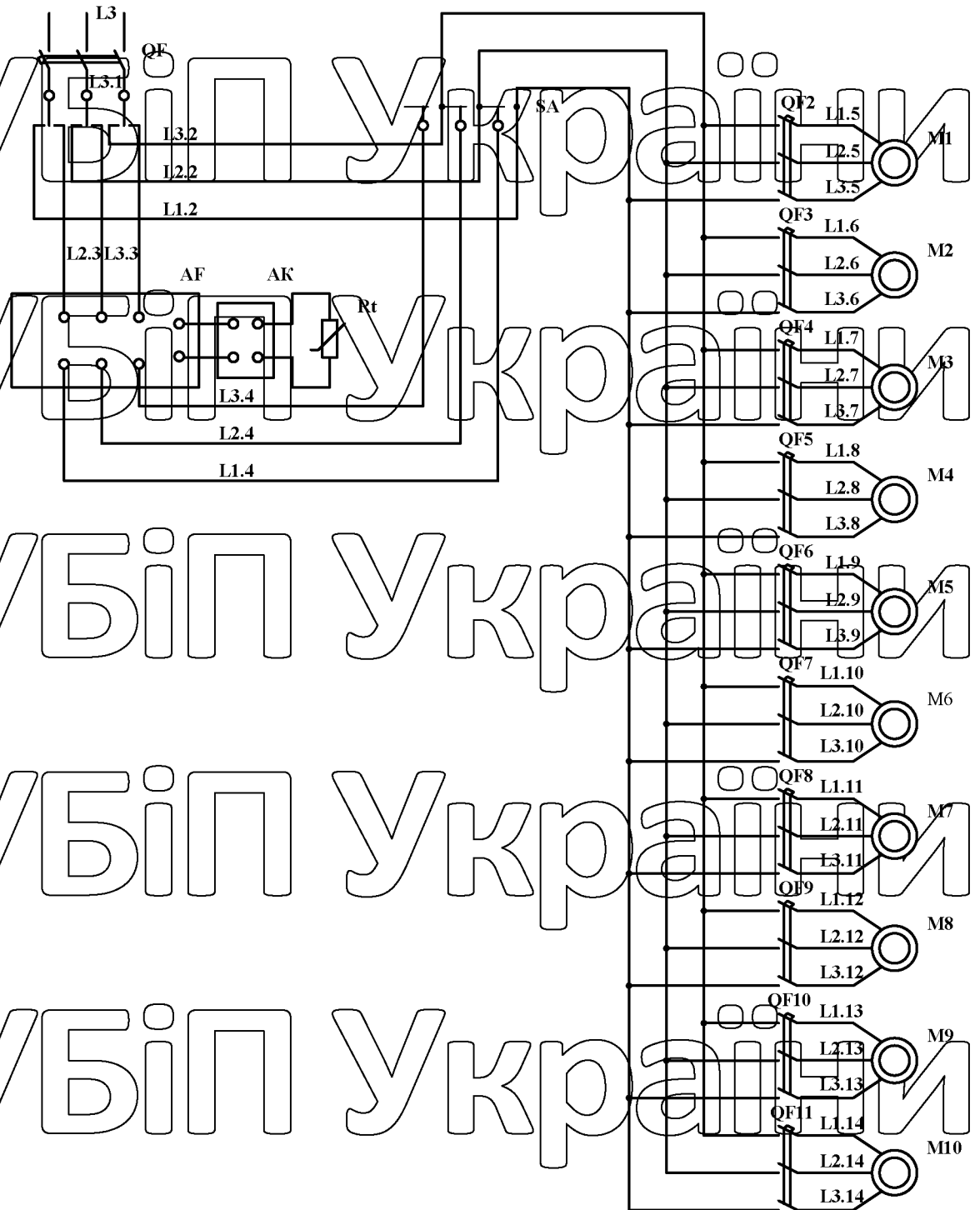


Рис. 3.11. Схематичне зображення системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату

При налагодженні перетворювач частоти програмується таким чином, щоб закон регулювання напруги від зміни частоти був  $U \propto f^2$ .

При нерегульованому режимі роботи двигуни вентиляторів живляться від мережі.

Перетворювач частоти захищений від перевантаження вбудованим блоком захисту. Як і в існуючих станціях керування, двигуни вентиляторів захищені від струмів короткого замикання та перевантаження за допомогою вимикачів, встановлених поруч з вентиляторами.

### 3.5. Дослідження впливу вентиляційних центрів на хід кривої напруги живлення

Перетворювачі напруги та частоти є споживачами електроенергії з нелінійною вольт-амперною характеристикою. Такі споживачі споживають електроенергію, форма якої значно відхиляється від синусоїдальної форми, що може призвести до наступних наслідків:

1. Перегрів і ймовірне руйнування нульових робочих провідників кабельних ліній внаслідок перевантаження струмом третьої гармоніки.
2. Спотворення форми синусоїдальної напруги живлення.
3. Гармоніки, що утворюються нелінійними навантаженнями, викликають додаткові втрати потужності в трансформаторах.
4. У разі несинусоїдних струмів погіршуються умови роботи конденсаторних батарей, для компенсації реактивної потужності.
5. Зменшення терміну служби електрообладнання за рахунок теплового та електричного старіння ізоляції.
6. Проходження вищих гармонік струму через обмотки генераторів і в електромережі викликає в них додаткові втрати потужності та опалення.
7. Вищі гармоніки погіршують роботу пристроїв захисту та зв'язку.

Дослідження впливу тиристорного перетворювача напруги та частоти струму на форму кривої напруги електромережі проводили за допомогою цифрового осцилографа Vellman та цифрового мультиметра ДМК-32.

Дослідження електроприводу осьового вентилятора ВО-Ф-7.1А з тиристорним перетворювачем напруги від ЦУ «Кліма-1» показали, що напруга на виході тиристорного перетворювача не є синусоїдальною (рис. 3.12).

Крива струму в мережі при живленні двигуна від тиристорного перетворювача напруги показана на рис. 3.12, а результати спектрального аналізу струму – на рис. 3.13. При напрузі до 200 В присутні п'ята, сьома, одинадцята, тринадцята, сімнадцята і дев'ятнадцята гармоніки, від 200 до 300 В – п'ята, сьома, одинадцята і тринадцята гармоніки, понад 300 В – п'ята і сьома гармоніки. Чим вище напруга, тим менше гармонік в струмі.



Рис. 3.12. Крива струму, коли асинхронний двигун живиться від тиристорного перетворювача напруги:

а – 160 В; б – 380 В

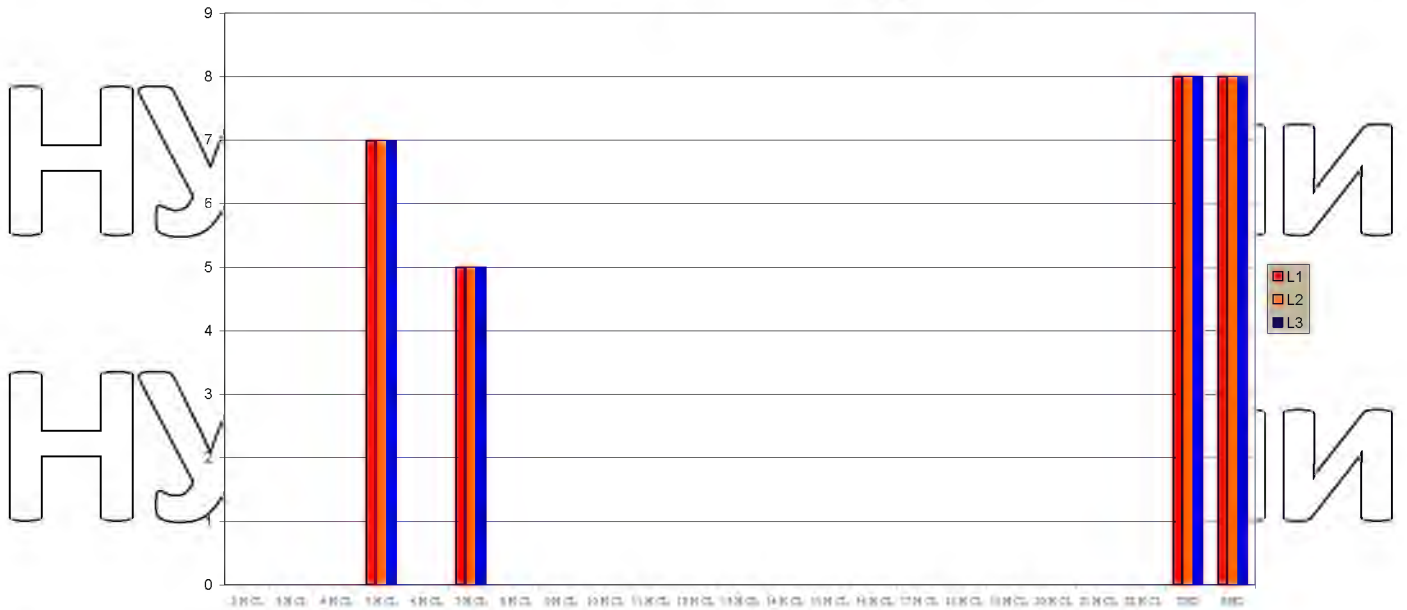
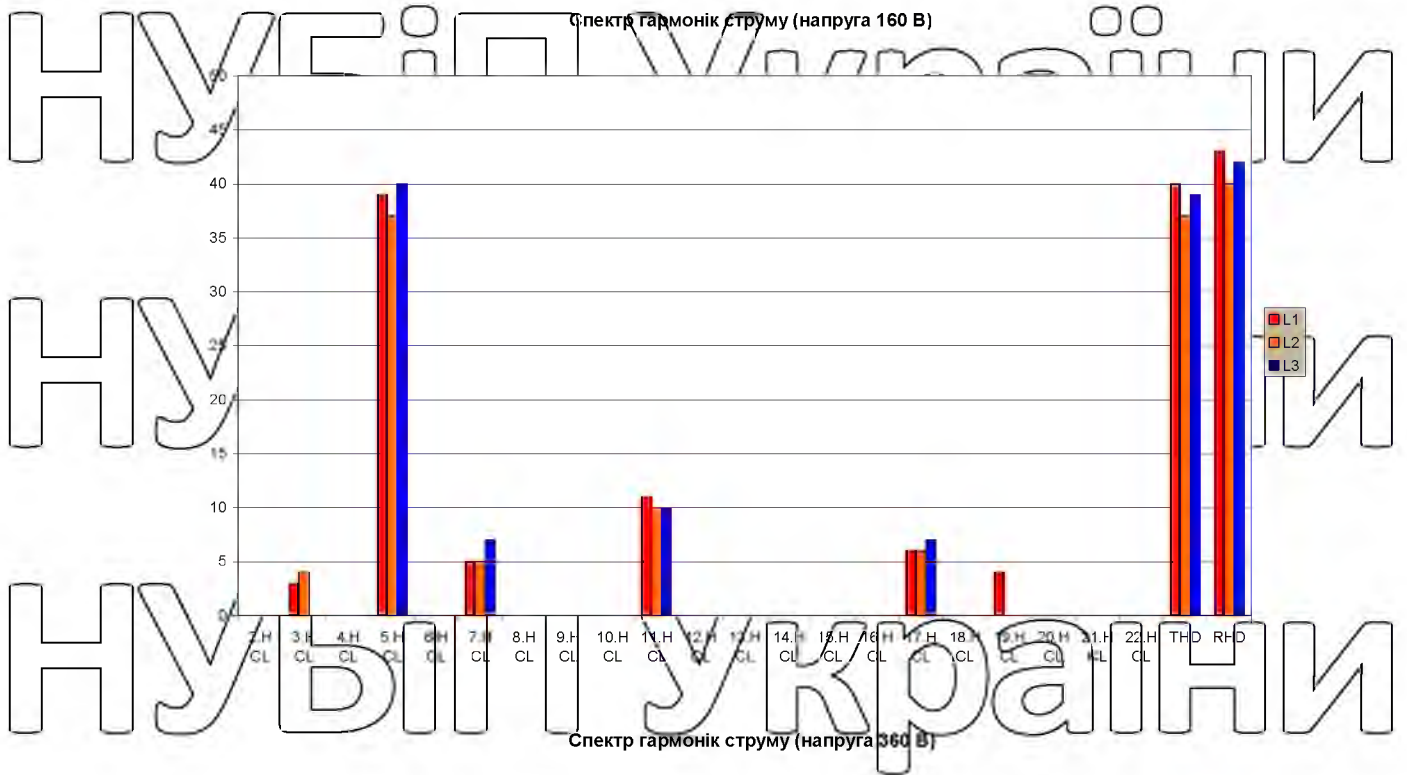


Рис. 3.13. Вищі гармоніки штампів в живленні асинхронного електродвигуна від тиристорного перетворювача тиску

Дослідження проводили на електроприводі осевого вентилятора ВО-Ф-

7,1А з перетворювачем частоти струму. Вони показали, що напруга на виході перетворювача частоти струму також несинусоїдна (рис. 3.14)

Крива струму в мережі при живленні двигуна від перетворювача частоти струму показана на рис. 3.14, а результати спектрального аналізу струму - на рис.

3.15. При частоті струму до 20 Гц існують від другої до дванадцятої гармоніки, від 20 до 35 Гц - від третьої до вісімнадцятої і двадцять першої гармоніки, вище 35 Гц - шістнадцята і вісімнадцята гармоніки. Чим вище частота струму, тим менше в ньому гармонік.

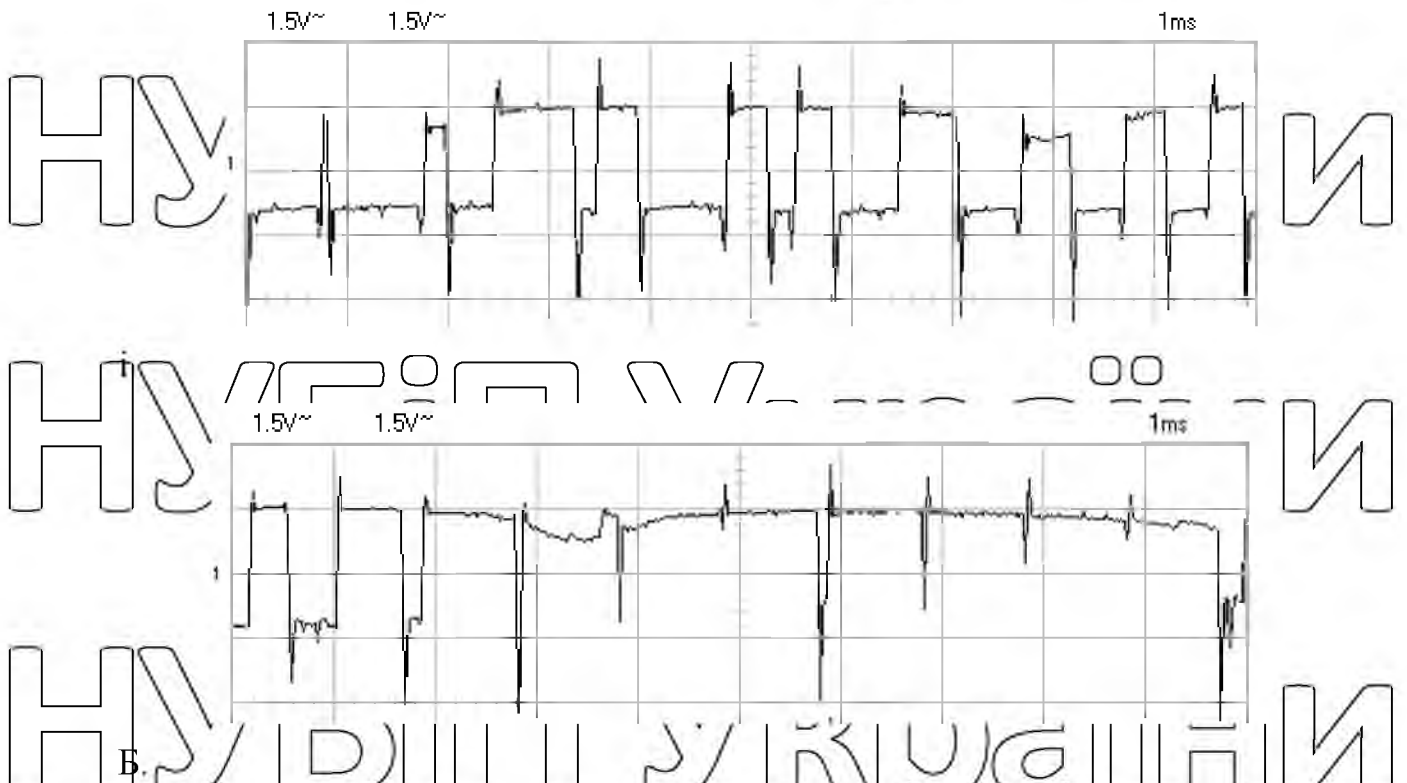
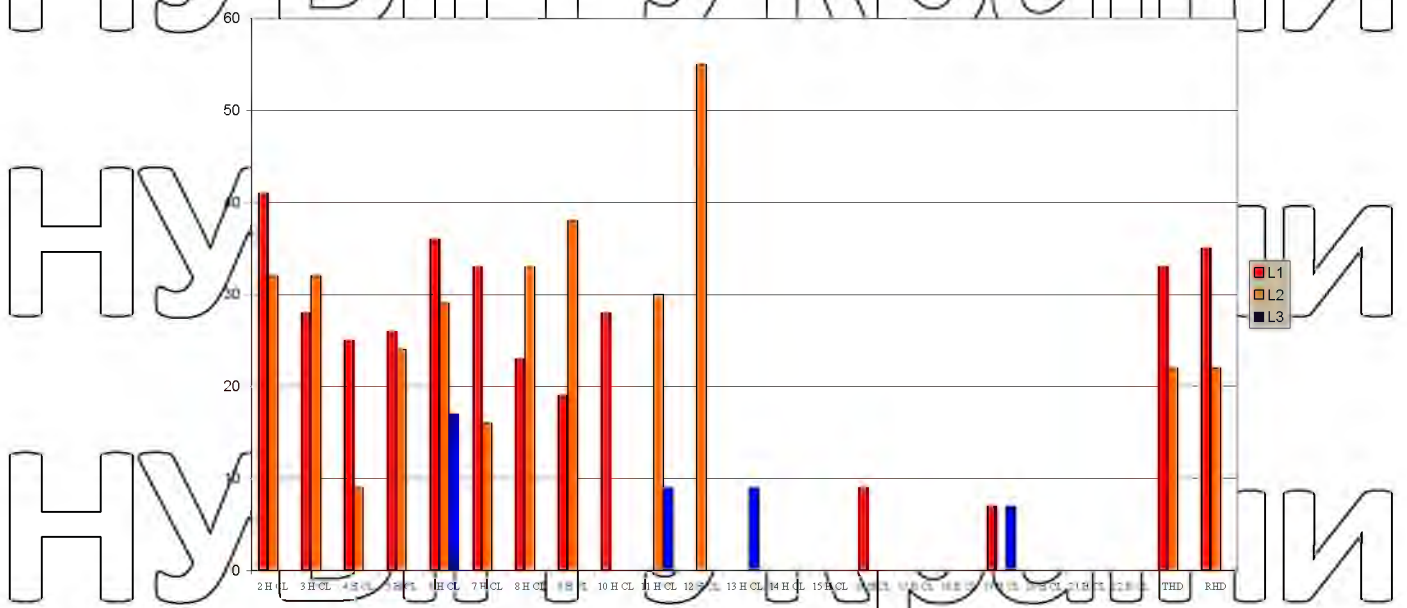


Рис. 3.14. Криві Stumma при живленні асинхронного двигуна через перетворювач частоти:

а - 10 Гц; б - 50 Гц

Спектр гармонік струму (частота 10 Гц)



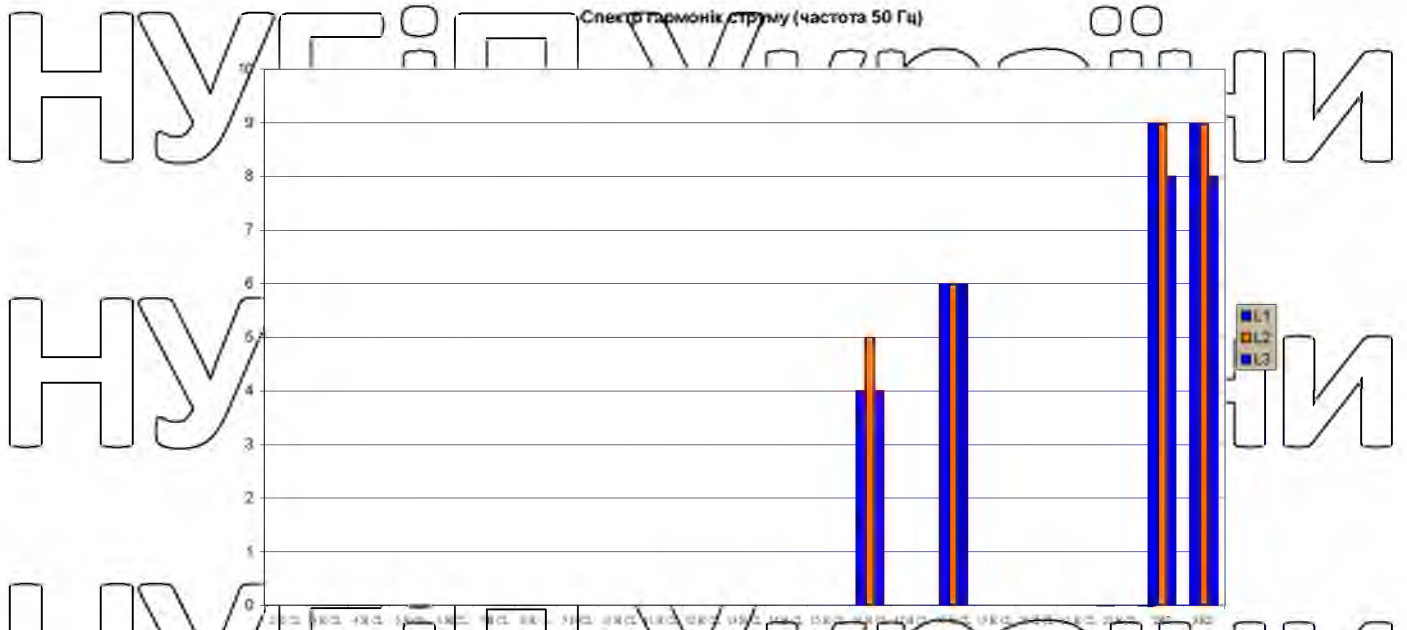


Рис. 3. 5 Вищ гармоніки струму перетворювача частоти

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## РОЗДІЛ 4

# РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

## 4.1 Розрахунок електричних навантажень

### Вибір потужності, типу, кількості та розташування підстанцій.

Для проектування зовнішніх мереж і підстанцій спочатку необхідно розрахувати електричні навантаження на входах будівлі в систему. Використовуючи загальний план (аркуш 1 графічного розділу) і таблицю 3.1/4/, визначаємо найбільш ймовірні основні навантаження на сільськогосподарських споживачів та узагальнюємо їх у таблиці 1.

Таблиця 1 Електроспоживачі сільськогосподарських споживачів

Назва кімнати	$P_{дн}$ , кВт	$R_v$ , кВт	$\cos\phi_{дн}$	$\cos\phi_w$
Пташник 36 000 курей	120	120	0,75	0,85
Пташник 4160 курей	двадцять	двадцять	0,75	0,85
Пташник 4160 курей	двадцять	двадцять	0,75	0,85
Магазин зерна	5	1	0,7	0,75
Зберігання яєць	десять	десять	0,7	0,75
офіс	п'ятнадцять	вісім	0,85	0,9
магазин	ть	4-й	0,85	0,9
Вуличне освітлення	2	5,5	-	0,55
	-			

Розрахункове навантаження на вуличне освітлення визначається 250 Вт на кімнату і 3 Вт на кожен метр периметра птахофабрики.

$$P_{осв} = n \cdot P_1 + l \cdot P_2 \quad (1) \quad \text{де}$$

$P_1$  - потужність, розрахована на одну кімнату, Вт;

$P_2$  - Потужність, розрахована на один метр довжини кола, Вт;

$l$  - довжина периметра, м;

$n$  - кількість будівель;

$$P_{осв} = 250 \cdot 7 + 3 \cdot 1100 = 5,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Повну потужність визначають за такою формулою:

$$S = \frac{P_p}{\cos\phi} \quad (2) \quad \text{де}$$

$P_p$  - розрахункове навантаження, кВт;

$\cos \epsilon$  середньозваженим коефіцієнтом потужності.

Оскільки навантаження споживачів відрізняються більш ніж у чотири рази, загальне навантаження визначаємо з доплатами.

Визначаємо загальне навантаження споживачів:

$P_{\text{расч.}} = P + \sum_{i=1}^n \Delta P_i$  (3) де  $P$  – найбільший із доданків потужності, кВт;

$$P_p^A = 120 + 12,5 + 12,5 + 3 + 6 + 9,2 + 1,2 = 164,4 \text{ кВт},$$

$$P_p^B = 120 + 12,5 + 12,5 + 0,6 + 6 + 4,8 + 2,4 = 158,8 \text{ кВт},$$

Середнє зважене значення  $\cos \phi$  визначається з такого виразу:

$$\cos \phi = \frac{\sum (P_i \cdot \cos \phi_i)}{\sum P_i} \quad (4) \quad \text{де}$$

$P_i$  – Потужність  $i$ -го споживача, кВт;

$\cos \phi_i$  – коефіцієнт потужності  $i$ -го споживача;

$$\cos \phi_D = \frac{(120 + 20 + 20) \cdot 0,75 + (5 + 10) \cdot 0,7 + (15 + 2) \cdot 0,85}{120 + 20 + 20 + 5 + 10 + 15 + 2} = 0,75$$

$$\cos \phi_B = \frac{(120 + 20 + 20) \cdot 0,85 + (1 + 10) \cdot 0,75 + (8 + 4) \cdot 0,9 + 5,5 \cdot 0,55}{120 + 20 + 20 + 1 + 10 + 8 + 4 + 5,5}$$

$$= 0,86$$

Вставляючи числові значення у формулу (2), визначаємо загальну денну та вечірню продуктивність:

$$S_d = \frac{164,4}{0,75} = 219,2 \text{ кВА}$$

$$S_b = \frac{158,8}{0,86} = 186,8 \text{ кВА}$$

Оскільки  $S_d > S_b$ , подальший розрахунок здійснюється за  $S_d$ .

Кількість підстанцій приблизно можна визначити за формулою [6]:

$$N_{\text{тп}} = P_p \cdot \sqrt{\frac{0,6}{(40 \frac{P_p}{\Phi}) \cdot \cos \phi}} \quad (5) \quad \text{де}$$

$P_p$  – загальне навантаження системи, кВт;

$\Phi$  – площа об'єкта, км<sup>2</sup>;

$U$  - допустимі втрати напруги в мережі 0,38 кВ, %;

$$N_{\text{шт}} = 164,4 \cdot \sqrt{\frac{0,6}{(5 \cdot \frac{164,4}{0,064}) \cdot 0,75}} = 1,25$$

Результат округлюємо до найближчого цілого числа, тому візьмемо кількість підстанцій рівним одиниці.

Виходячи з потужності на шинах підстанції за економічними інтервалами виробничих навантажень трансформатора /5/, для установки на підстанції ТП

10/0,4 приймаємо силовий трансформатор типу ТМ-250 з перемиканням без

збудження (ПБВ) з ручним перемиканням гілок високовольтних обмоток при вимкненому трансформаторі / 6 /. Виходячи з того, що електроприймачі за

надійністю електропостачання належать до другої категорії, ми постачаємо ТП

від двох незалежних, взаємно резервованих джерел живлення, тобто двох

повітряних ліній напругою 10 кВ, нарешті приймаємо на монтаж два

трансформатори ТМ-250, закриту підстанцію.

Розташування підстанції ми обираємо виходячи з ряду вимог, найважливішою з яких є розташування підстанції в центрі електричних

навантажень. Центр ваги можна визначити за допомогою методу графічного

аналізу. Координати центру поселення  $X_p$  і  $Y_p$  визначають за формулами:

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad Y_p = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

де  $P_i$  – розрахункове навантаження на вході  $i$ -го споживача, кВт.

$X_i, Y_i$  - відстань до споживачів по осях ординат, м.

Координати центрів навантаження для кожної будівлі заносяться в таблицю:

Таблиця 2 Центри споживчого навантаження

Назва кімнати	X	Y
Пташник 36.000 курей	192,3	396

Пташник 4160 курей	192.3	279
Пташник 4160 курей	572.4	396
Магазин зерна	269	48
Зберігання яєць	269	165
офіс	614	279
магазин	614	165

$$Y_p = \frac{3 \cdot 132,5 + 20 \cdot 130 + 45,9 \cdot 95 + 15 \cdot 40 + 12 \cdot 15 + 5 \cdot 15}{3 + 20 + 45,9 + 5 + 12 + 5} = 94,75 \text{ М}$$

$$Y_p = \frac{3 \cdot 132,5 + 20 \cdot 130 + 45,9 \cdot 95 + 15 \cdot 40 + 12 \cdot 15 + 5 \cdot 15}{3 + 20 + 45,9 + 5 + 12 + 5} = 94,75 \text{ М}$$

Так центр електричних навантажень припадає на будинок. Розміщуємо підстанцію ближче до офісної будівлі, враховуючи зручність відведення 0,4 кВ, а також живлення 10 кВ та зручність обслуговування підстанції.

### 1.5 Розрахунок мереж 0,4 кВ

#### Визначення допустимих втрат напруги та оптимальних зарядів трансформатора.

Вихідними даними для розрахунку електричних мереж є допустимі коефіцієнти відхилення напруги. Для сільськогосподарських споживачів вона не повинна перевищувати  $-5\%$  для навантаження  $100\%$  і  $+5\%$  номіналу для навантаження  $25\%$ .

Допустимі втрати напруги в лініях  $10 \text{ кВ}$  і  $0,38 \text{ кВ}$  визначають шляхом складання таблиць відхилень напруги. Як правило, при складанні таблиць найближчі і віддалені підстанції враховуються в режимі максимального ( $100\%$ ) і мінімального ( $25\%$ ) навантаження. У нашому випадку необхідно визначити втрату напруги та надбавку для планованої підстанції [4].

Відхилення напруги визначається за такою формулою:

$$\delta U^{100} = \Sigma H^{100} + \Sigma \Delta U^{100}, \quad (\text{вісім}) \quad \delta U^{25} = \Sigma H^{25} + \Sigma \Delta U^{25} \quad (9) \quad \text{де}$$

$U^{100}, \delta U^{25}$  - відхилення напруги при навантаженні  $100\%$  і  $25\%$ , %;

$\Delta U^{100}, \Delta U^{25}$  - втрати напруги при навантаженні  $100\%$  і  $25\%$ , %;

$H^{100}, H^{25}$  - Добавки при  $100\%$  і  $25\%$  навантаження, %.

У нашому випадку маємо відхилення напруги у споживача:

$$\delta U_{\text{п}} = \delta U_{\text{ш}} + \Delta U_{10} + \delta U_{\text{нб}} + \Delta U_{\text{тр}} + \Delta U_{0,38}, \quad (10)$$

$\delta U_{\text{п}}$  - відхилення напруги на споживача, %;

$\delta U_{\text{ш}}$  - відхилення напруги на шинах підстанції, %;

$\delta U_{\text{нб}}$  - падіння напруги в трансформаторі, %;

$\Delta U_{10}$  - падіння напруги в лінії 10 кВ, %;

$\Delta U_{0,38}$  - падіння напруги в лінії 0,38 кВ (сума зовнішньої та внутрішньої), %;

З формули (10) виразимо:

$$\Delta U_{10} + \Delta U_{0,38} = \delta U_{\text{п}} - \delta U_{\text{ш}} - \delta U_{\text{нб}} - \Delta U_{\text{тр}}$$

Підставляючи числові значення, отримуємо:

$$\Delta U_{10} + \Delta U_{0,38} = +6 - 4 + 2,5 - (-5) = 9,5\%$$

Ми приймаємо:

$$\Delta U_{10} = -4,5\%, \quad \Delta U_{0,38} = -5\%$$

Визначте падіння напруги на споживача при навантаженні 25%:

$$\delta U^{25} = -2 - 1 + 2,5 - 1,13 = -1,63\%$$

Оскільки  $\delta U_{\text{п}} < 5\%$ , робимо висновок, що допустимі втрати напруги та оптимальні перезаряди трансформаторів були визначені правильно.

Усі розрахунки зведені в таблицю 3

Таблиця 3 Визначення допустимих втрат напруги та оптимальних зарядів трансформатора.

п п/п	Елементи схеми	навантаження	
		100%	25%
1	Відхилення для автобусів 10 кВ	+6	-2
2	Втрата напруги 10 кВ	+4,5	-1,13
3	Трансформатор 10 / 0,38 кВ:		
	- Втрата напруги	-4	-1
	- грант	+2,5	+2,5
4-й	Втрата напруги 0,4 кВ	-5	0
5	споживач	-5,0	-1,63

Ми визначаємо кількість ліній та їх проходів, щоб ефективно розподіляти електроенергію по лініях і надати схемі більшу гнучкість під час операційного перемикання; ми приймаємо три лінії. Скласти схеми мереж 0,38 кВ.

На схемі побудови вказуємо:

- Блок живлення (ТП);
- Лінії (L1, L2, L3);
- Номери вузлів;
- Відстань між вузлами, км;
- Добовий і вечірній номінальний вихід споживача.

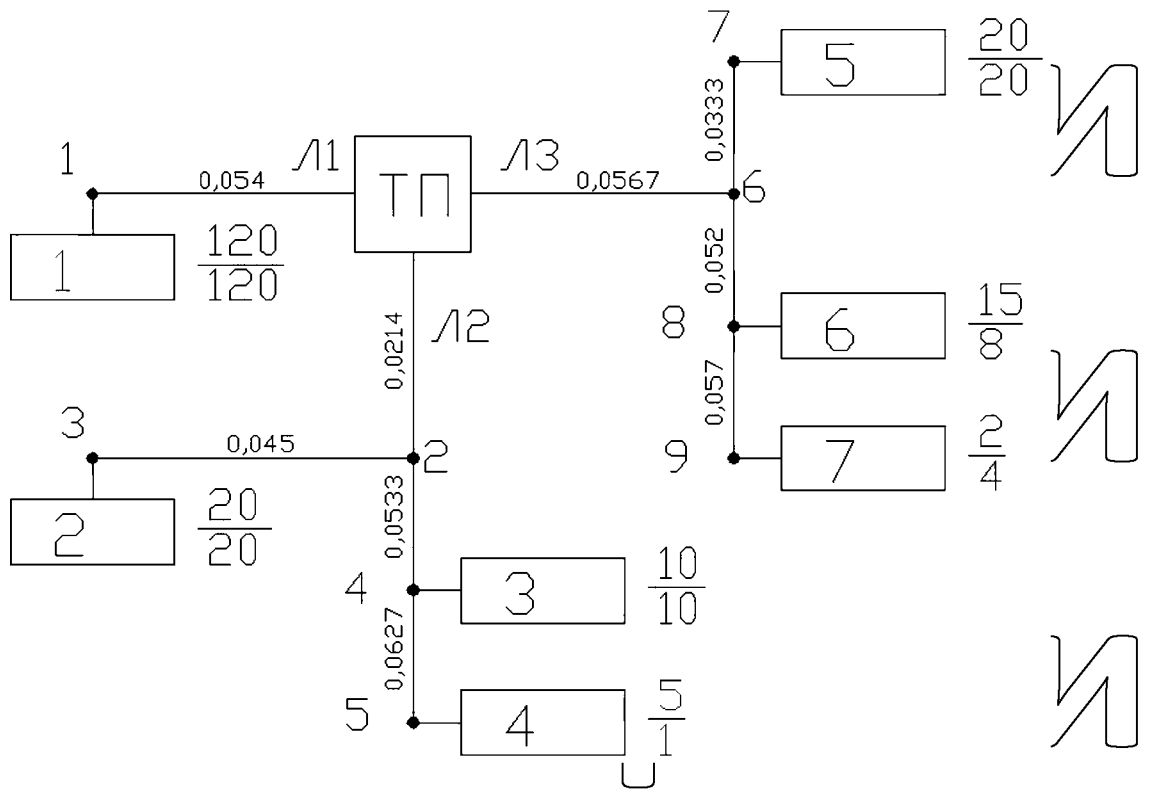


Рисунок 4 Схема ПЛ у мережі 0,38 кВ

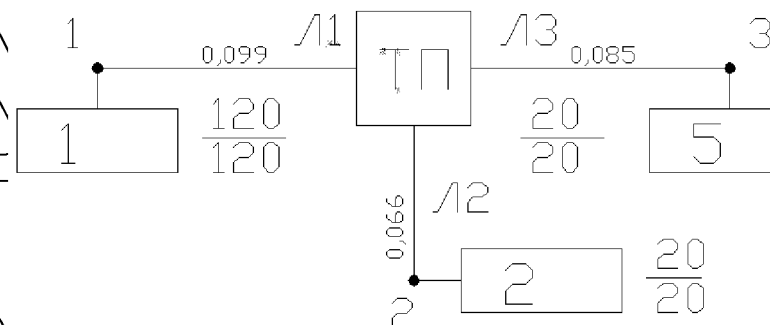


Рисунок 5 Схема кабельної лінії мережі 0,38 кВ

1 - пташник на 36 000 курей; 2, 5 - пташник на 4160 курей; 3 - сховище для яєць; 4 - зерновий магазин; 6 - кабінет; 7 - шопінг.

Електричний розрахунок мережі 0,38 кВ проводиться з метою вибору перерізу і марки проводів і кабелів лінії, а також перевірки якості напруги на споживача. При розрахунку використовуємо методику розрахунку електричних мереж за економічними інтервалами навантаження.

Розраховуємо кабельну трасу від підстанції до пташника на 4160 курей. Площа поперечного перерізу провідника зі струмом визначається допустимим нагріванням.

Розрахований струм мережі:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} \quad (11) \quad \text{де } P_p - \text{розрахункова потужність на вході системи, кВт;}$$

$U_H$  - номінальна напруга, кВ.

$$I_p = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 0,38} \approx 30,4 \text{ А}$$

Згідно з таблицею 12.1 / 5 / прийmemo перетин кабелю  $F = 4,0 \text{ мм}^2$  з  $I_{пр} = 38 \text{ А}$  при прокладці в землі.

$$38 \text{ А} > 30,4 \text{ А}$$

Приймаємо для монтажу в землю кабелі АВВГ 5х4, перевіряємо обраний кабель на допустимі втрати напруги.

Втрата напруги в лінії визначається за формулою:

$$\Delta U, \% = \frac{P_p \cdot l}{c \cdot F}, \quad (12) \quad \text{де } l - \text{довжина прямої, м;}$$

$c$  - Коефіцієнт в залежності від системи напруги і матеріалу провідника / 9 /.

$$\Delta U, \% = \frac{20 \cdot 66}{46 \cdot 4} = 7,2\%$$

Перевірити стан:

$$\Delta U, \% \leq \Delta U_{\text{доп}}, \quad (13) \quad \text{де } \Delta U_{\text{доп}} - \text{допустимі втрати напруги в мережі 0,38 кВ}$$

Таблиця

(3)

$7,1\% \leq 5\%$  умова не виконується, тому вибираємо кабель з перетином жили на порядок більше і перевіряємо ще раз.

$$\Delta U, \% = \frac{20 \cdot 66}{46 \cdot 6} = 4,7\%$$

$$4,7\% \leq 5\%$$

Умова виконана. Розрахунок для інших рядків аналогічний. Дані представлені у вигляді таблиці (6)

Розраховуємо повітряні лінії. Розбиваємо лінії на ділянки і визначаємо розрахункові потужності в секціях, додаючи розрахункові потужності за цією ділянкою, кВт:

$$P_p = P_{\text{найб.}} + P_{\text{де}} \quad (14)$$

$P_p$  - розрахункове значення максимальної потужності, кВт;

$P_{\text{найб.}}$  - найбільше значення потужності, кВт;

$\Sigma \Delta \angle$  - сума сертифікатів /4/, кВт.

Використовуючи проектну схему високовольтної мережі, визначимо максимальні навантаження.

Область мережі      Розрахунок максимального добового навантаження  
рядок 1

$$0-1 \quad P_{0-1} = P_1 = 120 \text{ кВт},$$

рядок 2

$$0-2 \quad P_{0-2} = P_2 + \square P_3 + \square P_4 = 20 + 6 + 3 = 29 \text{ кВт},$$

$$2-3 \quad P_{2-3} = P_2 = 20 \text{ кВт},$$

$$2-4 \quad P_{2-4} = P_3 + \square P_4 = 10 + 3 = 13 \text{ кВт},$$

$$4-5 \quad P_{4-5} = P_4 = 5 \text{ кВт},$$

Рядок 3

$$0-6 \quad P_{0-6} = P_5 + \square P_6 + \square P_7 = 20 + 9,2 + 0,6 = 29,8 \text{ кВт}$$

$$6-7 \quad P_{6-7} = P_5 = 20 \text{ кВт},$$

$$6-8 \quad P_{6-8} = P_6 + \square P_7 = 15 + 0,6 = 15,6 \text{ кВт},$$

$$8-9 \quad P_{8-9} = P_7 = 2 \text{ кВт}$$



Визначення середньозваженого коефіцієнта потужності. Далі обчислюємо середньозважений коефіцієнт потужності за такою формулою:

$$\cos\phi_{\text{с.в.}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cos\phi_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (15)$$

$P_i$  - розрахункова потужність  $i$ -го споживача, кВт;

$\cos\phi_i$  - коефіцієнт потужності  $i$ -го споживача.

Використовуючи проектну схему, визначаємо середньозважений коефіцієнт потужності:

Для лінії L2 (фідер 2):

Розділ мережі 0-2:  $\cos\phi_{0-2} = \frac{20 \cdot 0,75 + 10 \cdot 0,7 + 5 \cdot 0,7}{20 + 10 + 5} = 0,73,$

Розділ мережі 2-3:  $\cos\phi_{2-3} = 0,75$  (як є споживач),

Розділ мережі 2-4:  $\cos\phi_{2-4} = 0,7$  (оскільки споживачі мають однакові  $\cos\phi$ ),

Розділ мережі 4-5:  $\cos\phi_{4-5} = 0,7$  (оскільки споживач),

Таким же чином обчислюємо лінії. Результати розрахунку зведені в таблицю (4).

Визначення повної потужності в ділянках мережі. Крім того, ми визначаємо

загальну проектну потужність на всіх ділянках мережі, кВА, використовуючи наступну формулу:

$$S_p = \frac{P_p}{\cos\phi} \quad (16)$$

$P_p$  - розрахункова потужність на ділянці, кВт;

$\cos\phi$  - коефіцієнт потужності.

Розділ мережі 0-1 для лінії L-1:

$$S_{0-1} = \frac{120}{0,75} = 160 \text{ кВА}$$

Подібним чином визначаємо повну потужність в інших ділянках мережі.

Отримані значення зведені в таблицю (4).

Визначення еквівалентної продуктивності. Потім визначаємо еквівалентне навантаження за такою формулою:

$$S_{\Sigma} = S_p \cdot K_d \quad (17)$$

$s_p$  - Проектна продуктивність на місці, кВА;

$K_d$ - коефіцієнт, що враховує динаміку зростання навантаження. Ми приймаємо  $K_d = 0,7/4$  для новостворених мереж.

Ми отримуємо:

Для розділу мережі 0-1 лінії 1 (гілка 1):

$$S_{0-1\text{э}} = 160 \cdot 0,7 = 112 \text{кВА},$$

Подібним чином визначаємо послугу заміни в інших ділянках мережі. Отримані значення підсумовані в таблиці 4.

Таблиця 4 – Результати розрахунку повної та еквівалентної потужності для добового максимуму.

Область мережі	P, кВт·год	cos	S, кВА	Побачити кВА
		рядок 1		
0-1	120	0,75	160	112
		рядок 2		
0-2	29	0,73	21.2	14.8
2-3	двадцять	0,75	26.6	18.62
2-4	13	0,7	18.5	02/13
4-5	5	0,7	7.1	4,97
		Рядок 3		
0-6	29.8	0,79	37,3	26.1
6-7	двадцять	0,75	26.7	18.7
6-8	15.6	0,85	18.4	12.9
8-9	2	0,85	2.4	1.68

Товщина шару льоду  $b = 5$  мм (розрахунок по Гродненській області). Використовуйте додаток 33/4 / для вибору перерізу провідника. Вибираємо: Для лінії 1 (фідер 1) розділ мережі 0-1:

Економічний інтервал навантаження: понад 26,4 кВА. Вибираємо дрід А50.

Аналогічно ми попередньо вибираємо поперечні перерізи дроту для інших перерізів. Результати підсумовані в таблиці 5.

Таблиця 5 Попереднє визначення перерізу дроту на ділянках траси

Розділ маршруту	Економічний інтервал навантаження, кВА	Марка дроту
рядок 1		
0-1	понад 26.4	5А50 + А50
рядок 2		
0-2	5,5 ... 26	5А25 + А25
2/3	5,5 ... 26	5А25 + А25
2-4	5,5 ... 26	5А25 + А25
4-5	5,5 ... 26	5А25 + А25
Рядок 3		
0-6	5,5 ... 26	5А25 + А25
6-7	5,5 ... 26	5А25 + А25
6-8	5,5 ... 26	5А25 + А25
8-9	5,5 ... 26	5А25 + А25

### Визначення втрат напруги на ділянках лінії.

Втрата напруги в ділянці мережі визначається за такою формулою:

$$\Delta U_{\text{уч}} = \frac{S_p \cdot l}{U_H} (r_0 \cos \phi + x_0 \sin \phi), \quad (18) \quad \text{де}$$

$S_p$  - розрахункова потужність ділянки мережі, кВА;

$l$  - довжина ділянки, км;

$U_H$  - номінальна напруга на об'єкті, кВ;

$r_0, x_0$  - відповідно питомий активний та індуктивний опір проводу,

Ом/км, згідно з таблицею в додатках 3 і 15, приймається за відстань геометричного центру між проводами 600 мм;

Відсоток втрати напруги в ділянці мережі визначається за такою формулою:

$$\Delta U_{\text{уч}\%} = \frac{\Delta U_{\text{уч}}}{U_H} \cdot 100\%, \quad (19) \quad \text{Розділ 0 - 1:}$$

$$\Delta U_{0-1} = \frac{160 \cdot 0,054}{0,38} (0,6 \cdot 0,75 + 0,35 \cdot 0,66) = 15,4 \text{ В,}$$

$$\Delta U_{\text{уч}\%} = \frac{15,4}{380} \cdot 100\% = 4,05\%,$$

Таким же чином розраховуємо втрати напруги на інших ділянках лінії. Результати розрахунку зведені в Таблицю 7.

Перевіряємо перепади напруги до самого віддаленого споживача від ТП. У нашому випадку найвіддаленішими точками мережі є: для лінії L3: 0 ... 9;

Падіння напруги на ділянках, що з'єднують ці точки лінії з ТП, визначається наступним чином:

Лінія L3 (фідер 3):

$$U_{0-9} = \Delta U_{0-6} + \Delta U_{6-8} + \Delta U_{8-9},$$

$$\Delta U_{0-9} = 1,6 + 0,76 + 0,1 = 2,46\%,$$

Найбільше значення падіння напруги  $U_{\text{наіб.}} = U_{0-9} = 2,46\%$ ,

Перевірте умову  $U_{\text{add}} = U_{\text{наіб.}}$ ,

де  $\Delta U_{\text{add}} = \frac{P}{U} \cdot \sum \frac{l}{S} \geq 0,38$  м,  $\Delta U_{\text{add}} = 5\%$ .

Оскільки умова  $5\% > 2,46\%$  виконується, робимо висновок, що перерізи і марки проводів підбрані правильно і залишаються незмінними.

Таблиця 6 Результати розрахунку кабельної лінії 0,38 кВ

Область мережі	P, кВт	Ip, А	л, км	Марка і перетин кабелю, мм <sup>2</sup>	U, %
Кабельні лінії					
рядок 1					
0-1	120	182.3	0,099	AVVG 5x70	3.7
рядок 2					
0-2	двадцять	30.4	0,066	AVVG 5x6.0	4.7
Рядок 3					
0-3	двадцять	30.4	0,085	AVVG 5x10	3.7

Таблиця 7 Результати розрахунків для ВЛ 0,38 кВ.

Область мережі	P, кВт	cos	S, кВА	Se, кВА	л, км	У, В	U, %
Повітряні лінії							
рядок 1							
0-1	120	0,75	160	112	0,054	15,4	4.05
рядок 2							
0-2	29	0,73	212	14.8	0,0214	1,27	0,33

2-3	двадцять	0,75	26.6	18.62	0,045	3.4	0,89
2-4	13	0,7	18.5	12.43	0,0533	2.7	0,71
4-5	5	0,7	7.1	4,97	0,0627	1.2	0,32
Рядок 3							
0-6		0,79	37.3	26.1	0,0567	6.1	1.6
6-7	двадцять	0,75	26.7	18.7	0,0333	2.53	0,66
6-8	15.6	0,85	18.4	12.9	0,052	2.9	0,76
8-9	2	0,85	2.4	1.68	0,057	0.41	0.1

### 1.6 РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ.

Струми короткого замикання розраховуються в таких випадках: перевірка приладів, проводів, кабелів стовпових ізоляторів в електроустановках напругою понад 1 кВ в режимі короткого замикання, перевірка стійкості електромережі тощо.

Для розрахунку струмів короткого замикання необхідно знати перетин лінії 10 кВ за формулою (17), визначимо:

$$S_{\text{ж}} = 219,2 \cdot 0,7 = 153,4 \text{ кВА,}$$

З таблиці /4/ вибираємо перетин провідника А16 за вартістю послуги заміни.

Але згідно з ПУЕ для механічної міцності лінії 10 кВ мінімальний перетин становить 35 мм<sup>2</sup>. тому ми приймаємо провід А35.

Визначте втрати напруги на лінії 10 кВ за формулою (18):

$$\Delta U_{\text{уч}} = \frac{219,2 \cdot 4,2}{10} (0,773 \cdot 0,75 + 0,38 \cdot 0,66) = 76,46 \text{ В}$$

$$\Delta U_{\text{уч}\%} = \frac{76,46}{10000} \cdot 100\% = 0,76\%$$

Перевірити за умовою (13)

$$0,76\% \leq 4,5\%$$

Умова виконана, значить, провід підбраний правильно.

Струми короткого замикання в складних електричних колах з кількома кроками перетворення розраховуються методом відносних значень, у відносно

простих колах без кроків трансформації та в колах 0,4 кВ - методом названих величин.

Використовуючи схему мережі 0,38 кВ, створюємо номінальну діаграму для струмів короткого замикання.

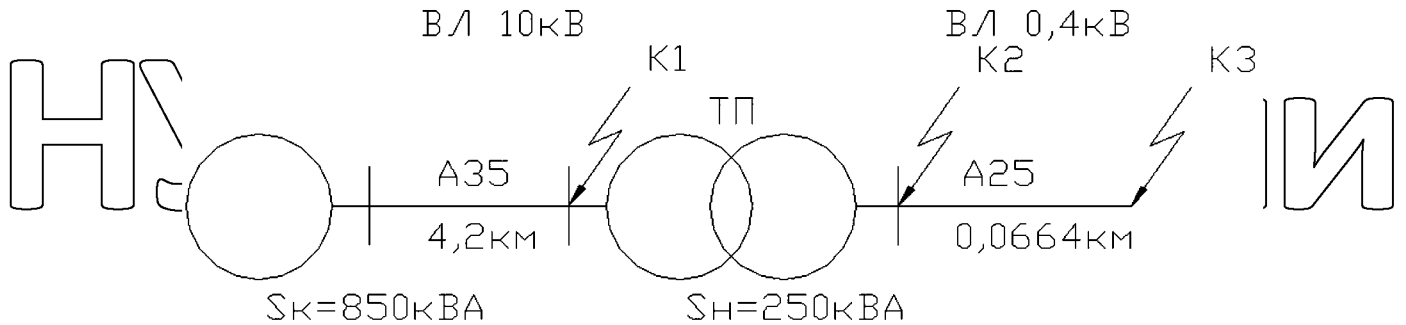
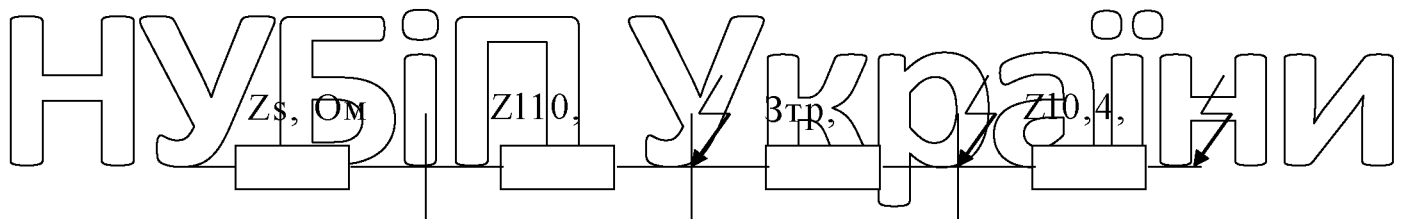


Рисунок 6 Структурна схема короткого замикання.

Також на основі проектної схеми ми створимо еквівалентну схему (рисунок 7), що показує її опір для кожного елемента.

Розрахунок у відносних одиницях.



Малюнок 7 Подібна схема

Приймаємо базову потужність  $S_b = 100$  МВА.

Визначте опір елементів на еквівалентній схемі.

У нашому випадку  $S_k = 850$  МВА. Тоді опір системи визначається як:

$$X_c = \frac{S_b}{S_k}, \quad (20) \text{ Ми отримуємо}$$

$$X_c = \frac{100}{850} = 0,12 \text{ Ом,}$$

Опір лінії  $z^*$  визначається за такою формулою:

$$z_l = \sqrt{r_l^2 + x_{рез}^2}, \quad (21) \quad \text{де}$$

$r^*_{л}$  - активний опір лінії, Ом;

$x^*_{л}$  - Індуктивний опір лінії, Ом.

$r$  та  $x$  визначаються таким чином:

$$r_{\text{л}} = r_0 \cdot l \cdot \frac{S_6}{S_6^2}, \quad (22)$$

$$x_{\text{л}} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_6}{U^2}, \quad (23)$$

$r_0, x_0$  - питомий активний та індуктивний опір лінії, Ом/км;

$l$  - довжина лінії, км;

$U_6$  - середня напруга, прийнята як  $U_6 = 1,05 \cdot U_n = 1,05 \cdot 10 = 10,5$  кВ.

Розраховуємо опір лінії 10кВ:

$$x_{\text{л1}} = 0,38 \cdot 4,2 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 1,44 \text{ Ом}, \quad x_{\text{рез}} = x_{\text{с}} + x_{\text{л1}},$$

$$x_{\text{рез}} = 0,12 + 1,44 = 1,56 \text{ Ом}, \quad r_{\text{л}} = 0,773 \cdot 4,2 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 2,90 \text{ Ом},$$

$$z_{\text{л}} = \sqrt{2,9^2 + 1,56^2} = 3,33 \text{ Ом}$$

Розраховуємо струми короткого замикання для точки К1. Вони

визначаються таким чином:

- 3-фазний струм короткого замикання:

$$I_{\text{к}}^{(3)} = \frac{I_6}{z_{\text{л}}}, \quad (24)$$

$I_6$  - Базовий струм, А:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6}, \quad (25)$$

$$I_6 = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5 \text{ кА},$$

$$I_{\text{к}}^{(3)} = \frac{5,5}{3,33} = 1,65 \text{ кА},$$

- 2-фазний струм короткого замикання:

$$I_{\text{к}}^{(2)} = 0,87 \cdot I_{\text{к}}^{(3)}, \quad (26)$$

Ми отримуємо:

$$I_{\text{к}}^{(2)} = 0,87 \cdot 1,65 = 1,44 \text{ кА},$$

- Напруга струму:

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot k_d \cdot I_k^{(3)} \quad (27)$$

$k_d$  - Коэффициент влияния, беремо  $k_d = 1/6$  для мережі 10кВ.  
 Ми отримуємо:

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 1,65 = 2,33 \text{кА},$$

Визначте загальну потужність короткого замикання:

$$S_k^{(3)} = \sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot I_k^{(3)} \quad (28)$$

Отримуємо:

$$S_k^{(3)} = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 1,65 = 28,5 \text{МВА},$$

### Обчислення в іменованих одиницях.

Визначте опір елементів на еквівалентній схемі

Опір системи визначається за наступною формулою:

$$x_c = \frac{U_b^2}{S_k} \quad (29)$$

де

$U_b$  - базова напруга мережі 0,38 кВ, приймаємо  $U_b = 1,05 U_n = 0,38 \cdot 1,05 = 0,4$  кВ;

Ми отримуємо:

$$x_c = \frac{0,4^2}{850} = 0,00018 \text{Ом},$$

Опір лінії 10кВ,  $r^*l$  і  $x^*l$ , зменшений до 0,4кВ, визначається за такими формулами:

$$r_l = r_0 \cdot l \cdot \frac{U_6^2}{U_{cp}^2} \quad (\text{тридцять}) \quad x_l = x_0 \cdot l \cdot \frac{U_6^2}{U_{cp}^2} \quad (31)$$

де

$r_0, x_0$  - питомий активний та індуктивний опір лінії, Ом/км;

$l$  - довжина лінії, км;

$U_{плл}$  - середня напруга мережі 0,38 кВ, взята

$$U_{ав} = 1,05 U_n = 1,05 \cdot 0,38 = 0,4 \text{кВ}.$$

Розраховуємо опір лінії 0,38кВ:

$$r_l = 0,773 \cdot 4,2 \cdot \frac{0,4^2}{10,5^2} = 0,0047 \text{Ом}, \quad x_l = 0,38 \cdot 4,2 \cdot \frac{0,4^2}{10,5^2} = 0,0023 \text{Ом},$$

Опір трансформатора визначається наступним чином.

Опір:



$$z_{\text{тр}} = \frac{10 \cdot U_k \cdot U_n^2}{S_n} \quad (32) \quad \text{де}$$

$U_k$  - напруга короткого замикання, % для обраного трансформатора  $U_k = 4,5\%$

$U_n$  - номінальна напруга на трансформаторі,  $U_n = 0,4$  кВ;

$S_n$  - номінальна потужність трансформатора,  $S_n = 250$  кВА;

Ми отримуємо:

$$z_{\text{тр}} = \frac{10 \cdot 4,5 \cdot 0,4^2}{250} = 0,028 \text{ Ом},$$

- активний опір:

$$r_{\text{тр}} = \frac{P_k \cdot U_n^2}{S_n^2} \quad (33) \quad \text{де}$$

$P_k$  - втрати трансформатора від короткого замикання, Вт / 5 /;

Ми маємо:

$$r_{\text{тр}} = \frac{4200 \cdot 0,4^2}{250^2} = 0,01 \text{ Ом},$$

- індуктивний реактивний опір:

$$x_{\text{тр}} = \sqrt{z_{\text{тр}}^2 - r_{\text{тр}}^2} \quad (34) \quad \text{Отримуємо:}$$

$$x_{\text{тр}} = \sqrt{0,028^2 - 0,01^2} = 0,029,$$

Стосовно точки К2 обчислюємо результуючий опір:

- активний:

$$r_{\text{рез}} = r_{\text{л}} + r_{\text{тр}} \quad (35) \quad \text{Розраховуємо:}$$

$$r_{\text{рез}} = 0,01 + 0,0047 = 0,0147 \text{ Ом},$$

- індуктивний:

$$x_{\text{рез}} = x_{\text{с}} + x_{\text{л}} + x_{\text{тр}} \quad (36) \quad \text{Обчислюємо:}$$

$$x_{\text{рез}} = 0,00018 + 0,0023 + 0,029 = 0,031 \text{ Ом},$$

- повністю:

$$z_{\text{рез}} = \sqrt{r_{\text{рез}}^2 + x_{\text{рез}}^2}, \quad (37) \text{ Обчислюємо:}$$

$$z_{\text{рез}} = \sqrt{0,31^2 + 0,0147^2} = 0,55 \text{ Ом,}$$

Розраховуємо струми короткого замикання для точки К2. Вони

визначаються таким чином:

3-фазний струм короткого замикання:

$$I_{\text{к}}^{(3)} = \frac{U_{\text{ср}}}{\sqrt{3} \cdot z_{\text{рез}}}, \quad (38) \text{ Отримуємо:}$$

$$I_{\text{к}}^{(3)} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \cdot 0,55} = 0,42 \text{ кА,}$$

струм 2-фазного короткого замикання визначається за формулою (26), отримуємо:

$$I_{\text{к}}^{(2)} = 0,87 \cdot 0,42 = 0,37 \text{ кА,}$$

напруга струму розраховується за формулою (27) (беремо  $K_{\text{и}} = 1$  для мережі 0,38 кВ), отримуємо:

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 0,42 = 0,59 \text{ кА,}$$

Визначаємо повну потужність короткого замикання за формулою (28), отримуємо:

$$S_{\text{к}}^{(3)} = \sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,42 = 0,29 \text{ МВА,}$$

Визначити опір фазних проводів лінії 0,38 кВ. Отримані дані зведені в

таблицю 8

Таблиця 8 Опір фазних провідників лінії 0,38 кВ.

№ лоту	л, км	$r_0$ , Ом/км	$x_0$ , Ом/км	$r_{\text{лф}}$ , Ом	$x_{\text{лф}}$ , Ом
рядок 2					
0-2	0,0214	1.14	0,345	0,024	0,0075
2-3	0,045	1.14	0,345	0,051	0,016
всього				0,075	0,0234
рядок 1					
0-1	0,054	0.6	0,35	0,032	0,019
Рядок 3					

0-6	0,0567	1.14	0,345	0,066	0,02
6-8	0,052	1.14	0,345	0,059	0,018
8-9	0,057	1.14	0,345	0,065	0,02
всього				0,19	0,058

Визначити опір нульового провідника лінії 0,38 кВ. Отримані дані зведені в таблицю 9.

Таблиця 9 Опір нульових провідників лінії 0,38 кВ.

№ лоту	л, км	$r_0$ , Ом/км	$x_0$ , Ом/км	$r_{лф}$ , Ом	$x_{лф}$ , Ом
рядок 2					
0-2	0,0214	1.14	0,345	0,024	0,0075
2-3	0,045	1.14	0,345	0,051	0,016
всього				0,075	0,0234
рядок 1					
0-1	0,054	0,83	0,35	0,045	0,018
Рядок 3					
0-6	0,0567	1.14	0,345	0,066	0,02
6-8	0,052	1.14	0,345	0,059	0,018
8-9	0,057	1.14	0,345	0,065	0,02
всього				0,19	0,058

Знайдіть отриманий опір для точки КЗ:

Фазні дроти:

$$r_{лф} = 0,0047 + 0,01 + 0,075 = 0,090 \text{ Ом},$$

$$x_{лф} = 0,00018 + 0,0023 + 0,029 + 0,0234 = 0,026 \text{ Ом},$$

$$z_{лф} = \sqrt{0,247^2 + 0,015^2} = 0,247 \text{ Ом},$$

Нульовий провідник:

$$r_{лн} = 0,075 \text{ Ом},$$

$$x_{лф} = 0,0234 \text{ Ом},$$

$$z_{лф} = \sqrt{0,075^2 + 0,0234^2} = 0,078 \text{ Ом},$$

Розраховуємо струми короткого замикання для точки КЗ:

- струм 3-фазного короткого замикання визначається за

формулою

(38),

отримуємо:

$$I_k^{(3)} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \cdot 0,094} = 2,46 \text{ кА},$$

Струм 3-фазного короткого замикання визначається за формулою (26), маємо:

$$I_k^{(2)} = 0,87 \cdot 2,46 = 2,14 \text{ кА},$$

Однофазний струм короткого замикання визначається за такою формулою:

$$I_k^{(1)} = \frac{U_\phi}{z_{\text{тр}}/3 + z_{\text{л}}} \quad (39)$$

$U_\phi$  - Номінальна фазна напруга мережі,  $U_\phi = 380 \text{ В}$ ;

$z_{\text{тр}}$  - Опір трансформатора до однофазного струму короткого замикання,

Ом. Для цього трансформатора  $z_{\text{тр}} = 0,312 \text{ Ом}$ .

$z_{\text{л}}$  - Загальний опір ланцюга «фаза нуль», Ом.

$$I_k^{(1)} = \frac{0,22}{0,312/3 + 0,17} = 0,815 \text{ кА},$$

імпульсний струм розраховуємо за формулою (1.6.8), отримуємо:

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 2,46 = 3,5 \text{ кА},$$

Визначаємо повну потужність короткого замикання за формулою (28), отримуємо:

$$S_k^{(3)} = \sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 2,46 = 1,62 \text{ МВА},$$

Усі отримані значення зведені в таблицю 10.

Таблиця 10 Оглядова таблиця для розрахунку струмів короткого замикання.

№ п/п	Місце після	$I_k^{(3)}$ , кА	$I_k^{(2)}$ , кА	$I_k^{(1)}$ , кА	В	Ск, не вказано
	K1	1,65	1,44	-	2,33	28,5
	K2	0,42	0,37	-	0,59	0,29
L2	K3	2,46	2,14	0,815	3,5	1,62
C1	K3	3,3	2,9	1,03	4,67	2,17
P3	K3	4,6	4,1	0,62	6,5	3,03

## 1.7 Розрахунок і вибір силових пристроїв

Найважливішим електрообладнанням в цеху є електродвигуни, які використовуються для приводу технологічних пристроїв.

Вибір електродвигуна здійснюється за такими показниками: робоче середовище, потужність, номінальна напруга, номінальний струм, швидкість ковзання та ККД.

При виборі трифазних асинхронних електродвигунів з короткозамкнутими роторами перевагу слід віддавати двигунам серії AIR, оскільки вони економічніші в порівнянні з серією 4A, їх маса на 18% менше, вища надійність, менші габаритні розміри, мають більший ККД і коефіцієнт потужності.

Вибираємо електродвигун для приводу горизонтального транспортера гною. Електродвигун вибирається за максимально можливим навантаженням на початку очищення, а за умовами пуску знаходимо достатній пусковий момент і достатню потужність електродвигуна.

Опір руху ланцюга конвеєра при холостому ході конвеєра:

$$F_x = m \cdot q \cdot l \cdot f_x \quad (40) \text{ де } m - \text{ маса одного метра ланцюга зі скребками, кг/м;}$$

$q$  - прискорення сили тяжіння,  $q = 9,81 \text{ Н / с}^2$ ;

$l$  - довжина ланцюга, м;

$f_x$  - коефіцієнт тертя ланцюга.

$$F_x = 5 \cdot 9,81 \cdot 130 \cdot 0,5 = 3188,3 \text{ Н}$$

Зусилля подолати опір тертя гною на дні жолоби під час руху:

$$F_n = m_n \cdot q \cdot f_n \quad (41)$$

$$m_n = \frac{m \cdot N}{Z}, \quad (42) \text{ де } m_n - \text{ маса гною в каналізації на один урожай, кг;}$$

$N$  - кількість птиці, що обслуговується конвеєром, голова;

$f_n$  - коефіцієнт тертя фекалій об підлогу каналу,

$Z$  - кількість прибирань сміття за день.

$$m_n = \frac{0,3 \cdot 1040}{2} = 156 \text{ кг}$$

$$F_n = 156 \cdot 9,81 \cdot 0,97 = 1484,4 \text{ X}$$

Зусилля подолати опір тертя калу об бічні стінки каналу під час руху:

$$F_6 = P_6 \cdot f_n, \quad (43)$$

$$P_6 = \frac{m_n \cdot g}{2}, \quad (44) \text{ де } P_6 - \text{ тиск гною на бічні стінки приймається за } 50\% \text{ від загальної маси,}$$

$$F_6 = 765,2 \cdot 0,97 = 742,2 \text{ X}$$

$$P_6 = \frac{156 \cdot 9,81}{2} = 765,2 \text{ X}$$

Зусилля подолати опір руху при заклинюванні скребка, що виникає між скребком і стінкою каналу:

$$F_3 = \frac{l \cdot F_1}{a}, \quad (45) \text{ де } F_1 - \text{ зусилля, витрачене на подолання опору блокування на один скребок;}$$

a - відстань між скребками, м;

$$F_3 = \frac{130 \cdot 15}{0,46} = 4239,1 \text{ X}$$

Максимальна загальна сила, необхідна для переміщення гною в каналі, коли вся стрічка конвеєра завантажена.

$$F_{\max} = F_x + F_n + F_6 + F_3,$$

$$F_{\max} = 3188,3 + 1484,4 + 765,2 + 4239,1 = 9653,7 \text{ X}$$

Знижений момент опору на валу двигуна при максимальному навантаженні:

$$M_{\max} = \frac{F_{\max} \cdot v}{\omega \cdot \eta_n}, \quad (46) \text{ де } v - \text{ швидкість ланцюга конвеєра, м/с;}$$

$\eta_n$  - ККД передачі, %;

$\omega$  - коефіцієнт тертя гною об підлогу каналізації.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}}{60} = \frac{3,14 \cdot 1440}{60} = 150,7 \text{ рад/сек}$$

$$M_{\text{max}} = \frac{9653,7 \cdot 0,19}{150,7 \cdot 0,9} = 10,7 \text{ Нм}$$

Враховуємо, що модуль перетину вала електродвигуна збільшується, коли конвеєр починає рух.

Крутний момент відриву від максимальної сили опору:

$$M_{\text{max mp}} = 1,2 \cdot M_{\text{max}}$$

$$M_{\text{max mp}} = 1,2 \cdot 10,7 = 12,84 \text{ Нм}$$

У цьому випадку для початку необхідно виконати наступне:

$$K_n^2 \cdot \mu_n \geq M_{\text{max mp}} + 0,25 M$$

Де необхідний крутний момент електродвигуна:

$$M_n \geq \frac{M_{\text{max mp}}}{K_n^2 \cdot \mu_n - 0,25}$$

(47) де  $\mu_n$  – кратне пускового моменту;

$K_n$  - коефіцієнт, що враховує зниження напруги;

$$M_n \geq \frac{12,84}{0,9^2 \cdot 2 - 0,25} = 9,4 \text{ Нм}$$

Необхідна потужність двигуна:

$$P = M_n \cdot \omega_n$$

$$P = 9,4 \cdot 150,7 = 1,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Для решти електрообладнання розрахунок проводиться таким же чином, а результати зведені в таблицю 11.

Таблиця 11 Електроенергетичне обладнання пташника

№ п/п	операція	Робоча машина	багато Тип електродвигуна	Паспортні дані						
				$R_n$ , кВт	$S$ , %	$\eta$ , %	$\cos \phi$	$K_i$		
1	вентиляція	Перетворювач напруги 6,3-100	2	AIR90L 6/8	1,5	7	925	0,76	0,72	6-й

2	Видалення гною	Поперечна стрічка конвеєра	1	AIR100 L4	4-й	6-й	141 0	0,85	0,84	7-й
3		Поздовжній конвеєр	4-й	AIR80V 4	1.5	7-й	139 5	0,78	0,83	5.5
4-й	Роздача кормів	Похилий конвеєр	1	AIR90L 6	0,37	12-й	132 0	0,68	0,7	5
5		БСК-10	2	AIR71V 6	0,55	8-й	915 5	0,68	0,7	4,5
6-й		РТШ-2	2	AIR71V 6	0,55	8-й	915 5	0,68	0,7	4,5

### 1.8 Проектування електричного освітлення

Вибір джерел світла визначається техніко-економічними показниками і здійснюється відповідно до рекомендацій СНиП II-4-79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування «і» галузеві стандарти освітлення на фермах, будівлях і спорудах. »

Відповідно до вимог СНиП для промислового корпусу No1 приймаємо газорозрядні лампи низького тиску, а в прибудовах No2 ... 7 - лампи розжарювання.

Вибір системи освітлення залежить від рівня освітленості робочих поверхонь, що відповідає стандартам. Оскільки нормована освітленість робочої поверхні становить 200 люкс і менше, використовується система загального освітлення, яка може здійснюватися з рівномірним або точковим (нерівномірним) розміщенням світильників. Тип освітлення – робоче та службове (це 10% від загальної кількості світильників у приміщенні).

Нормовану освітленість робочих поверхонь можна визначити з таблиці в СНиП II-4-79 залежно від особливостей зорової роботи, найменших розмірів об'єкта розрізнення, контрасту об'єкта розрізнення до фону та від властивості фону. З метою полегшення визначення нормативів освітлення на основі СНиП II-4-79 розроблено галузеві нормативи робочого освітлення виробничих, адміністративних, громадських та житлових будинків, їх нормування в залежності від технологічного призначення приміщень підприємства.



Галузеві стандарти освітлення для ферм, будівель і споруд рекомендують коефіцієнт безпеки 1,15 для ламп розжарювання і 1,3 для газорозрядних ламп. У цьому випадку лампи потрібно чистити не рідше ніж кожні 3 місяці. Результати розв'язків зведені в таблицю 2.

Категорію приміщення №1 визначаємо за умовами навколишнього середовища (таблиця 3.15 / 7 /) і мінімально допустимим ступенем захисту світильника (таблиця А3.13 / 7 /). З асортименту світильників (таблиця А3.1 / 7 /) вибираємо ті, які відповідають мінімально допустимому ступеню захисту.

Враховуючи промисловий характер приміщення, залишаємо світильники з прямим (Р) розподілом світла. Оскільки висота підвісу ліхтарів становить 3 м, рекомендується (табл. 3.1 / 7 /) вибирати світильник з кривою сили світла D-2 або Г-1. На даний момент приймаємо світильник LSP18-40 з прямим розподілом світла (Р) з кривою сили світла (D-2) і класом захисту 5'4. Також підбираємо світильники для інших кімнат і вносимо дані в таблицю 2.

Таблиця 12 - Результати вибору світильника

Немає.	Но за планом та назвою приміщення	Екологічна категорія	Е, lx	Концентраційний табір	Рівень нормалізації	Система освітлення	Мінімально допустимий ступінь	Тип освітлення	Приймається лампа		
									Назва серії	Тип КСС	Міцність захисту
1	ПТАШНИК (58 × 24 × 3)	сирий	75	1.3	0,0	Загальна	IP53	Робота і обов'язок	LSP18-40	D2	5'4

2	ПІДСОБ НЕ ПРИМІ ЩЕННЯ (20,5 × 4 × 3)	сухий	50	1.15	0, 0	2'0	НСП11- 200	D- 3	IP5 4
3	КІМНАТ А ПЕРЕДА ЧІ (24 × 3,5 × 3)	мокри й	50	1.15	0, 0	2'0	НСП11- 100	D- 3	IP5 4
4. 7	ВЕНТИЛ ЯЦІЙНА КАМЕР А (9 × 3 × 3)	сухий		1.15	0, 0	2'0	НСП11- 100	D- 3	IP5 4
5	САНВУЗ ОЛ (2 × 1,5 × 2)	сухий	50	1.15	0, 0	2'0	НСП11- 100	D- 3	IP5 4
6- Й	ТАМБУР (1,6 × 1,5 × 2)	мокри й	50	1.15	0, 0	IP2 3	НСП11- 100	D- 3	IP5 4

Світильники рівномірно освітлюються по кутах прямокутника (співвідношення сторін не більше 1,5: 1) або на кінчиках ромба з урахуванням доступу до світильників для обслуговування.

Вимоги до мінімально допустимої висоти установки світильників вказані в ПУЕ і залежать від категорії приміщення з урахуванням ступеня ризику ураження електричним струмом, конструкції світильника та напруги живлення ламп.

Кімната № 1. За табл. П.3.3 / 7 /, висота звису світильника  $h_{sw} = 0,166$  м.

Світильник підвішується до кабелю, прокладеного на висоті  $H_0 \equiv 2,8$  м.

Розрахункова висота установки світильника.

$p = H_0 - h_{cv} - P_S = 2,8 - 0,166 = 2,634 \text{ м}$  (48) де  $H_0$  — висота приміщення, м;

$h_{cv}$  — висота звису світильника (відстань від світлового центру світильника до стелі), що визначається з урахуванням габаритів світильників і способу їх встановлення, м;

Для світильника ЛСП18-40  $\lambda_s = 1,2 \dots 1,6$  (таблиця на стор. 3.14 / 7)

Прийmemo  $\lambda_s = 1,2$ . Відстань між рядами вогнів і між вогнями в ряду

$$L'v = 1,2 H_0 = 1,2 \cdot 2,634 = 3,16 \text{ м.}$$

Відстань від стіни до крайнього ряду і до крайнього світильника в ряду.

$$l_w = 0,3 L'v = 0,95 \text{ м.}$$

**КІЛЬКІСТЬ РЯДКІВ:**

$$N_2 = \frac{B - 2l_w}{L_B} + 1 = \frac{24 - 2 \cdot 0,95}{3,16} + 1 = 7,99 \text{ (49) ДЕ } B - \text{ШИРИНА ПРОСТОРУ,}$$

М;

Приймаемо  $N_2 = 8$  рядків.

Відстань від стіни до крайнього ряду  $l_w = 1 \text{ м.}$

Фактична відстань між рядами світильників

$$L_B = \frac{B - 2 \cdot l_w}{N_2 - 1} = \frac{24 - 2 \cdot 1}{8 - 1} = 3,14 \text{ м (50) Ми також розміщуємо лампи в інших}$$

кімнатах і заносимо результати в таблицю 13.

**ДОДАТКОВО РОЗРАХОВАНО ДЛЯ КІМНАТ З ТОЧКОВИМИ**

**СВІТИЛЬНИКАМИ: КІЛЬКІСТЬ СВІТИЛЬНИКІВ В РЯДУ:**

$$N_1 = \frac{A - 2l_a}{L_a} + 1 \text{ (51) де } A - \text{довжина простору, м;}$$

Загальна кількість світильників у кімнаті:

$$N_{\Sigma} = N_1 \cdot N_2 \text{ (52) Також наведено відстані між лампами в ряду } L_a \text{ і між}$$

рядами ламп  $L_B$ :

$$L_a = \frac{A - 2l_a}{N_1 - 1}, L_B = \frac{B - 2l_w}{N_2 - 1} \text{ (53, 54) Таблиця 13 - Параметри розміщення світильників}$$

кімнатах

№ п/п	Назва кімнати	PS, м	Кількість шт.		Відстань, м			Спосіб кріплення приладів
			N 2	N 1	L A	У Н Т	IA	
1	Пташник	263 4	ві сі м	-	-	3. 14	1	На мотузці
2	<b>ПІДСОБНЕ ПРИМЩЕННЯ</b>	266 8	1	6- й	3. 7	-	1 2	На стелі
3	<b>КІМНАТА ДЯ ПЕРЕНОСЕННЯ СМІТТЯ</b>	266 8	1	де ся ть	2. 4	-	1. 75	На стелі
4. 7	<b>ВЕНТИЛЯЦІЙНА КАМЕРА</b>	266 8	1	2	3. 6	-	3 5	На стелі
5	ТУАЛЕТ	266 8	1	1	-	-	1 0, 75	На стелі
6- й	КОТУШКА	266 8	1	1	-	-	0, 8 0, 75	На стелі

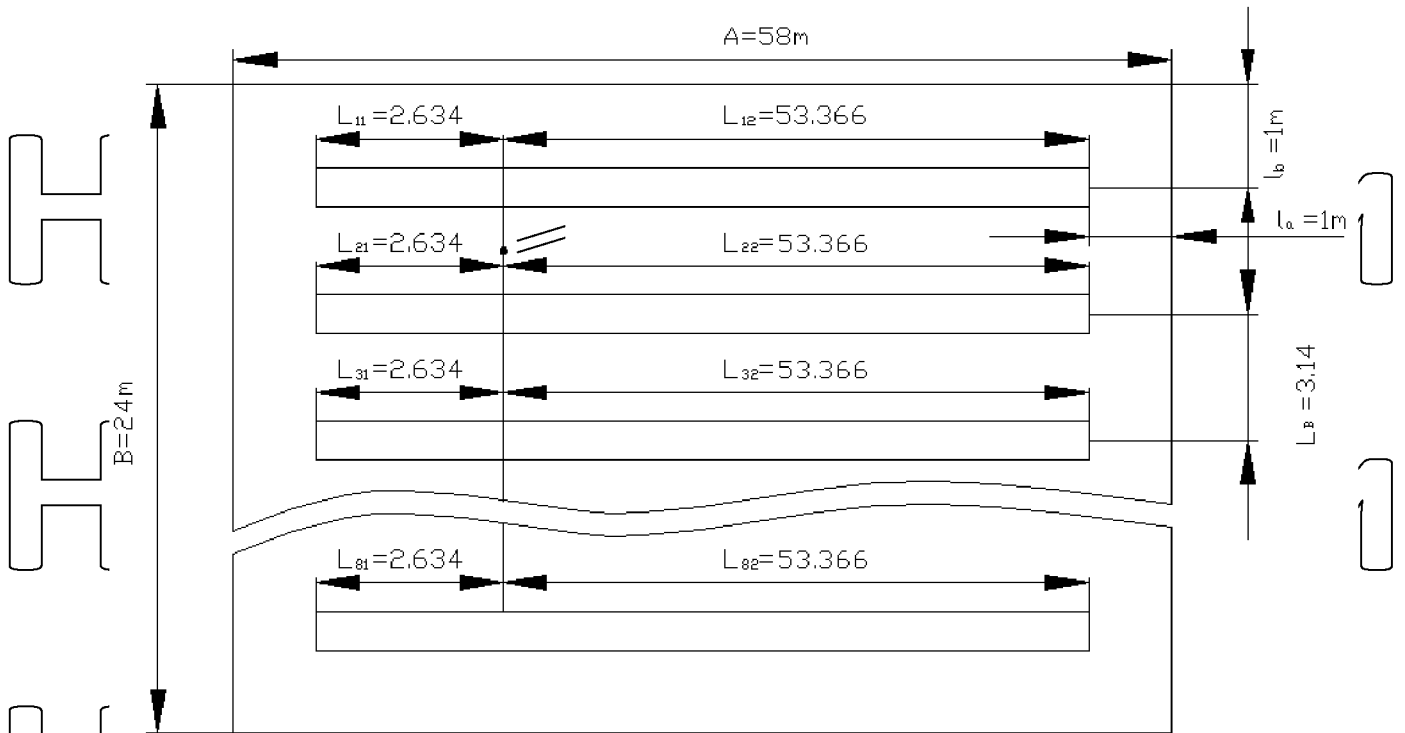
### Метод розрахунку балів.

Метод використовується при розрахунку загального рівномірного та локалізованого освітлення, місцевого освітлення, освітлення від вертикальної та похилої площин до горизонту, зовнішнього освітлення. Порядок розрахунку такий. На плані поверху позначені контрольні точки - точки з мінімальним освітленням. Потім розраховуються значення умовного освітлення в контрольних точках.

Для приміщення №1 проводимо розрахунок освітлення точковим методом, використовуючи вихідні дані табл. 12.13.

1. За таблицею 2 визначаємо  $E_n = 75$  лк, запас міцності  $K_z = 1,3$ . Орієнтовна висота монтажу світильників  $H_p = 2,634$  м.

2. Розміщуємо ряди світильників на плані поверху за вихідними даними і замальовуємо контрольну точку А (рис. 8).



Малюнок 8 - План кімнати No1.

3. Визначте довжину піврядів і відстань від контрольної точки до проєкції рядів на робочу поверхню (рис. 8).

$$L_{11} = L_{21} = L_{31} = L_{41} = L_{51} = L_{61} = L_{71} = L_{81} = H_p = 2,634 \text{ м.}$$

$$L_{12} = L_{22} = L_{32} = L_{42} = L_{52} = L_{62} = L_{72} = L_{82} = A - 2 \cdot L_{11} = 5,8 - 2 \cdot 2,634 = 53,366 \text{ м.}$$

$$P_1 = P_2 = 1,57 \text{ м; } P_3 = 4,71 \text{ м; } P_4 = 7,85 \text{ м; } P_5 = 10,99 \text{ м; } P_6 = 14,13 \text{ м; } P_7 = 17,27 \text{ м; } P_8 = 20,41 \text{ м;}$$

4. Визначте вказані розміри:

$$L'_{11} = L'_{21} = \dots = L'_{81} = \frac{L_{11}}{H_p} = \frac{2,634}{2,634} = 1 \text{ (55)} \quad L'_{12} = L'_{22} = \dots = L'_{82} = \frac{L_{12}}{H_p} = \frac{53,366}{2,634} = 20,26$$

Ми приймаємо  $L'_{12} = 4$

НУБІП УКРАЇНИ

$$P'_1 = \frac{P_1}{H_p} = \frac{1,57}{2,634} = 0,6; \quad P'_2 = \frac{P_2}{H_p} = \frac{4,71}{2,634} = 1,79; \quad P'_3 = \frac{P_3}{H_p} = \frac{7,85}{2,634} = 2,98; \quad P'_4 = \frac{P_4}{H_p} = \frac{10,99}{2,634} = 4,17; \quad P'_5 = \frac{P_5}{H_p} = \frac{14,13}{2,634} = 5,36; \quad P'_6 = \frac{P_6}{H_p} = \frac{17,27}{2,634} = 6,56; \quad P'_7 = \frac{P_7}{H_p} = \frac{20,41}{2,634} = 7,74; \quad P'_8 = \frac{P_8}{H_p} = \frac{23,55}{2,634} = 8,94 \quad (56)$$

ізолюксами для ламп з ДЛ і КСС типу Д-2 (рис. 3.10 / 7 /) визначаємо умовне освітлення в контрольній точці з усіх піврядів:

$$e_{11} = e_{21} = 55 \text{ люкс}; \quad e_{12} = e_{22} = 70 \text{ люкс}; \quad e_{31} = 10 \text{ люкс}; \quad e_{32} = 17 \text{ люкс}; \quad e_{41} = 2,5 \text{ люкс}; \quad e_{42} = 6 \text{ люкс};$$

Повне умовне освітлення на контрольній точці

$$E_{\text{ср}} = e_{11} + e_{21} + e_{12} + e_{22} + e_{31} + e_{32} + e_{41} + e_{42} = 55 + 55 + 70 + 70 + 10 + 17 + 2,5 + 6 = 285,5 \text{ люкс.}$$

5. Визначте розрахункове значення титру світлового потоку

$$\Phi'_p = \frac{1000 \cdot E_n \cdot K_3 \cdot H_p}{\mu \cdot \Sigma e} = \frac{1000 \cdot 75 \cdot 1,2 \cdot 2,634}{1,2 \cdot 285,5} = 749,6 \text{ лм} \cdot \text{м}^{-1} \quad (57), \text{ де } E_n \text{ — нормована величина освітленості робочої поверхні, лк;}$$

$K_3$  - коефіцієнт запасу;

$\mu$  - коефіцієнт додаткового освітлення з урахуванням впливу «далеких» ламп і

відбитих світлових потоків на освітлену поверхню (дорівнює 1,2);

6. Вибираємо тип джерела світла (табл. П.3.33 / 7 /) в залежності від особливостей зорової роботи - робота з ахроматичними об'єктами з освітленістю

менше 150 лк. Приймаємо лампу типу ЛБ і під Нарешті, з урахуванням потужності лампи - ЛБ - 40. За табл. А.2.7, струм лампи  $F_1 = 3200$  лм.

7. Кількість ламп у світному ряду довжиною

$$L_p = A \cdot 2 \cdot l_a = 58 \cdot 2 = 56 \text{ м}$$

$$N_1 = \frac{\Phi_p \cdot L_p}{n_c \cdot \Phi_l} = \frac{749,6 \cdot 56}{1 \cdot 3200} = 13,11 \quad (58) \text{ де } n_c \text{ — кількість ламп у світильнику, шт.};$$

$L_p$  - довжина світного ряду, м

Приймаємо  $N_1 = 14$ .

8. Відстань між лампами в ряду, попередньо визначивши довжину лампи за таблицею. Р.3.3  $l_s = 1,625 \text{ м,}$

$$l_p = \frac{A \cdot 2l_s \cdot N_1 \cdot l_c}{N_1 - 1} = \frac{58 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 14 \cdot 1,348}{14 - 1} = 3,16 \text{ м}$$

9. Перевіряємо розташування світильників в ряд з урахуванням вимог рівномірності:

$$0 \leq l_p \leq 1,5 \cdot l_s$$

$$0,3,16 \leq 4,71$$

Вимога єдності виконана. Результати розрахунку показані на плані приміщення.

### Метод використання світлового потоку

При розрахунку загальної рівномірної освітленості горизонтальних поверхонь у приміщеннях використовується метод коефіцієнта використання світлового потоку системи освітлення.

Кімната №2,

1. Залежно від матеріалу та кольору поверхні визначаємо коефіцієнт відбиття (табл. П.3.22 / 7 /) від стелі:  $\rho_p = 50 \%$ , стін:  $\rho_c = 30 \%$ , робочої поверхні:  $\rho_r = 10 \%$ .

2. Довідник кімнат

$i = \frac{A \cdot B}{N_p \cdot (A + B)} = \frac{20,5 \cdot 4}{2,668 \cdot (20,5 + 4)} = 1,25 (59)$  3. За КСС світильника Д-3, індекс приміщення  $i = 1,25$  і коефіцієнт відбиття поверхонь  $\rho_p = 50 \%$ ,  $\rho_c = 30 \%$ ,  $\rho_r =$

$10 \%$ , визначаємо використання коефіцієнт світлового потоку до нижнього:  $\eta_1 = 64 \%$  (таблиця А.3.23), - і до верхнього:  $\eta_2 = 24 \%$  (табл. А.3.25 / 7 /), - півкуль. У таблиці А.3.1 ми знаходимо ефективність у нижній ( $\eta_n = 67 \%$ ) і у верхній ( $\eta_u = 0 \%$ ) півкулях. Коефіцієнт використання світлового потоку:

$$\eta = \eta_1 \eta_n + \eta_2 \eta_u = 0,64 \cdot 0,67 + 0,24 \cdot 0 = 0,43$$

4. Розрахункове значення потоку лампи.

$$\Phi_p = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot S_p}{n_c \cdot N_p \cdot \eta} (60) \text{ де } S_p \text{ — площа освітленого простору, м}^2.$$

$z$  - коефіцієнт мінімальної освітленості (відношення середньої освітленості до мінімальної);

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку в частках одиниці.

$n$  - кількість ламп у світильнику, шт.

$$\Phi_p = \frac{50 \cdot 1,15 \cdot 82 \cdot 1,15}{1 \cdot 6 \cdot 0,43} = 2101,6 \text{ лм}$$

5. Приймаємо лампу В215 . 225-150, світловий потік  $\Phi_l = 2100$  лм, що відповідає вимогам  $0,9 \cdot \Phi_p \leq \Phi_l \leq 1,2 \cdot \Phi_p$ :

$$0,9 \cdot 2101,6 \text{ м } 1,2 \cdot 2101,6$$

$$1891,4 \text{ лм} \leq 2100 \text{ лм} \leq 2521,9 \text{ лм}$$

6. Перевіряємо можливість установки лампи в світильники:

$$R_l \leq R_{light} \quad (61) \quad \text{де} \quad R_l - \text{потужність лампи Вт.}$$

$R_{svet}$  - допустима потужність лампи в світильнику, Вт.

$$150 \text{ Вт} \leq 200 \text{ Вт}$$

Результати розрахунку показані на плані приміщення.

### Специфічний метод виконання

Метод щільності потужності використовується для орієнтовного розрахунку систем освітлення в приміщеннях, до освітлення яких немає особливих вимог і в яких немає значного затінення робочих поверхонь, напр. Б. Суміжні та складські приміщення, комори, коридори тощо.

Кімната №3.

1. Огляд застосовності методу. Оскільки приміщення не затемнене громіздкими предметами, ми використовуємо метод щільності потужності для приблизного розрахунку освітлення.

2. Табличне значення питомої потужності (табл. С.3.19 / 7 /) визначається кривою сили світла світильника, розрахунковою висотою підвісу і площею приміщення (для подовжених приміщень, якщо  $A > 2,5B$ , табличний конкретний вихід, знайдений для умовної області 2B2)



$$P_{уд} = 20,8 \text{ Вт/м}^2$$

3. Залежно від матеріалу та кольору поверхні визначаємо ступінь відбиття стелі:  $\rho_{п} = 50\%$ , стін:  $\rho_{с} = 30\%$ , робочої поверхні:  $\rho_{р} = 10\%$  (табл. П.3.22 / 7 /).

4. Розраховуємо поправочні коефіцієнти:

$K_1 = \frac{K_{з\text{реал}}}{K_{з\text{табл}}} = \frac{1,15}{1,3} = 0,88$  (62) де  $K_1$  – коефіцієнт приведення коефіцієнта запасу до табличного значення;

$K_{з\text{реал}} = 1,15$  – фактичне значення коефіцієнта надійності системи освітлення (табл. 2);

$K_{з\text{табл}} = 1,3$  – Табличне значення коефіцієнта надійності системи освітлення;

$K_2$  – коефіцієнт доведення коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення до

табличного значення;  
 $K_2 = 1$ , оскільки коефіцієнти відбиття реальних поверхонь узгоджуються зі значеннями таблиці.

Розрахункове значення питомої потужності:

$P_{уд} = \frac{P_{уд} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot E_n}{100} = \frac{20,8 \cdot 0,88 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 50}{100} = 9,2 \text{ Вт/м}^2$  (63), де  $K_4$  – коефіцієнт для приведення напруги живлення джерел до табличного значення ( $K_4 = 1$ , оскільки  $U_c = 220 \text{ В}$ );

5. Розрахункове значення потужності лампи:

$P_p = \frac{P_{уд} \cdot S \cdot \eta}{N_p \cdot n_c} = \frac{9,2 \cdot 25 \cdot 0,67}{10 \cdot 1} = 51,78 \text{ Вт}$  (64) 6. Вибираємо потужність лампи з урахуванням вимог (табл. А.2.6 / 7 /):

$$0,9 R_r \leq R_l \leq 1,2 R_r$$

$$0,9 \cdot 51,78 \text{ Вт} \leq R_l \leq 1,2 \cdot 51,78 \text{ Вт}$$

$$46,6 \text{ Вт} \leq R_l \leq 62,1 \text{ Вт}$$

Вибираємо лампу БК 230 ... 240-60

7. Ми розглядаємо можливість встановлення лампи в світильник:

$$Rl \leq R_{svet}$$

$$Rl = 60 \text{ Вт} \leq R_{light} = 100 \text{ Вт}$$

Результати розрахунку показані на плані приміщення.

### Розрахунок електричних мереж систем освітлення

Загалом вибір напруги електричної мережі системи освітлення залежить від ступеня ризику травмування людей і тварин електричним струмом у відповідному приміщенні.

Для електричного освітлення в сільськогосподарському виробництві зазвичай використовується трифазна система з нерухомим заземленням зірки напругою 380/220 В, при цьому джерела світла зазвичай підключаються до фазної напруги. Газорозрядні лампи високого тиску (ДРЛ, ДРЛ, ДНаТ, ДКстТ та ін.), розраховані на напругу 380 В, можуть підключатися до мережі напругою 380 В системи 380/220 В.

Лінії живлення зазвичай п'ятижильні (трифазні), а групові — трьох- або чотирижильні залежно від навантаження та довжини.

Приміщення віднесено до невибухонебезпечних приміщень. ПУЕ в цьому випадку допускає використання напруги 220 В. При цьому конструкція світильника повинна виключати доступ до лампи без спеціальних пристроїв (для ламп з лампами розжарювання) і випадковий дотик до контактних частин (для ламп з люмінесцентні лампи).

Кількість групових полів в системі освітлення залежить від розміру будівлі та рекомендованої довжини групових кабелів. Прийmemo довжину чотирижильних трифазних групових ліній напругою 380 / 220В рівною 80 м, напругою 220/127 В - 60 м і, відповідно, двожильних однофазних - дорівнює 35 м і 25 м. У невеликих офісах, а також у приміщеннях середнього розміру рекомендується використовувати однофазні групові лінії, якщо в них встановлені лампи з лампами розжарювання потужністю до 200 Вт і з люмінесцентними лампами. Використання трифазних групових ліній економно у великих приміщеннях (пташники, корівники тощо), які освітлюються як

лампами розжарювання, так і газорозрядними лампами.

Приблизну кількість групових щитів можна визначити за формулою:

$$n_{\text{щ}} = \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{2r} \quad (65) \text{ де } n_{\text{щ}} - \text{рекомендована кількість групових щитів, шт.};$$

*ДАЛЕЧ* - довжина і ширина будівлі, м;

*P* - рекомендована довжина керівника групи, м.

З метою зменшення довжини та перерізу жил групової мережі щити прокладають по можливості в середині електричного навантаження, її координати.

$$x_{\text{ц}} = \frac{\sum P_i x_i}{\sum P_i}, y_{\text{ц}} = \frac{\sum P_i y_i}{\sum P_i} \quad (66) \text{ де } x_{\text{ц}}, y_{\text{ц}} - \text{координати центру електричних}$$

навантажень у координатних осях  $x, y$ ;

$P_i$  - потужність  $i$ -го електричного навантаження, кВт;

$x_i, y_i$  - Координати електричного навантаження в осях координат; При виборі

мість для встановлення групових панелей освітлення також враховується, що групові панелі керування джерелами оптичного випромінювання встановлюються в зручних для обслуговування місцях: коридорах, коридорах та сходових клітках. Щити з сепараторами встановлюють на висоті, доступній для обслуговування (1,8 ... 2,0 м над підлогою).

При облаштуванні внутрішніх мереж світильники об'єднують в групи так, щоб в одну фазу групи потрапляло не більше 20 ламп розжарювання, ДРЛ, ДРН, ДНаТ і розеток або 50 люмінесцентних ламп.

Вибір освітлювальних панелей залежить від кількості груп, схеми підключення, пристроїв управління та захисту та умов навколишнього середовища, в яких вони функціонують. Залежно від умов зовнішнього середовища в приміщеннях групові щити використовуються незахищені, захищені та захищені пломбою. Захищені щитки з прокладками призначені для установки в промислових будівлях з суворими умовами навколишнього середовища. Також велике значення має вибір маршруту мережі, який повинен

бути не тільки найкоротшим, але і найзручнішим для монтажу та обслуговування. Прокладка мережі за геометрично найкоротшими шляхами практично неможлива або недоцільна з конструктивних і технологічних причин.

Вибрані лінії живлення та групування, місця встановлення групових вивісок, світильників, вимикачів і розеток наносяться на план приміщення згідно з умовами ГОСТ 21.608 - 84 і ГОСТ 2.754 - 72.

Розраховуємо необхідну кількість групових парасольок за формулою:

$$n_{\text{ш}} = \frac{\sqrt{A^2+B^2}}{2r} = \frac{\sqrt{60^2+24^2}}{2 \cdot 80} = 0,4(67) \text{ Ми приймаємо щит. Для визначення місця його}$$

установки розраховуємо координати центру електричного навантаження.

Виходячи з кількості ламп і потужності ламп, за формулою визначаємо встановлену потужність в кожній кімнаті

$$P_i = N_{1i} N_{2i} n_{c1} P_{1i} \quad (68) \quad P_1 = 14 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,06 = 6,72 \text{ кВт}, \quad P_2 = 9 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,06 = 1,08 \text{ кВт},$$

$$P_3 = 10 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,06 = 0,6 \text{ кВт}, \quad P_4 = 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0 \cdot 0,08 \text{ кВт} = 0, P_5 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,025 = 0,025 \text{ кВт}, \quad P_6 = 1$$

$$P_7 = 1 \cdot 1 \cdot 0,025 = 0,025 \text{ кВт}, \quad P_7 = 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ кВт}.$$

Вважаючи, що навантаження кожної кімнати зосереджено в центрі, і після створення координатних осей визначаємо координати центрів усіх кімнат, беручи за початок координат нижній лівий кут. Дані зведені в Таблицю 15.

Таблиця 15 Визначення координат центру навантаження

За планом	Назва кімнати	Решітка а, кВт	X, см	U, см
1	Ігашник	6.72	40 519	12.5

НУБІП України

НУБІП України

2	ІНДИВІДУАЛЬНЕ ПРИМІЩЕННЯ	1,08	9 019	12,275
3	КІМНАТА ДЛЯ ПЕРЕНОСЕННЯ СМІТТЯ	0,6	71 769	12,5
4-й	ВЕНТИЛЯЦІЙНА КАМЕРА	0,08	5019	12,5
5	ТУАЛЕТ	0,025	10,25	23,525
6-й	КОТУШКА	0,025	7825	1,25
7-й	ВЕНТИЛЯЦІЙНА КАМЕРА	0,08	72,5	12,5

Визначаємо координати центру ваги електричних навантажень всієї будівлі за формулою: (66)

$$x_{ц} = \frac{6,72 \cdot 40,519 + 1,08 \cdot 9,019 + 0,6 \cdot 71,769 + 0,08 \cdot 5,019 + 0,025 \cdot 10,25 + 0,025 \cdot 7,825 + 0,08 \cdot 72,5}{6,72 + 1,08 + 0,6 + 0,08 + 0,025 + 0,025 + 0,08} = 38,21 \text{ см};$$

$$y_{ц} = \frac{6,72 \cdot 12,5 + 1,08 \cdot 12,275 + 0,6 \cdot 12,5 + 0,08 \cdot 12,5 + 0,025 \cdot 23,525 + 0,025 \cdot 1,25 + 0,08 \cdot 12,5}{6,72 + 1,08 + 0,6 + 0,08 + 0,025 + 0,025 + 0,08} = 12,47 \text{ см}.$$

Враховуючи розраховану центральну точку електроспоживачів, а також для забезпечення простоти обслуговування та захисту струмопровідного матеріалу, ми розміщуємо груповий екран якомога ближче до центральної точки споживача електроенергії на стіні з координатами  $x = 11 \text{ см}$ ;  $y = 12,47 \text{ см}$ .

Визначте потрібну кількість групових ліній на груповій панелі: кількість однофазних груп

$$n = \frac{N_{лн}}{20} + \frac{N_{лл}}{50} = \frac{23}{20} + \frac{0}{50} = 1,15$$

Для того, щоб мати можливість зручно керувати освітленням у різних половинах будівлі, ми приймаємо п'ять груп. Вибираємо з / 7 / табл. Р.5.2 Груповий щит Пряжа 8501-4217 з трьома триполюсними та дев'ятьма однополюсними вимикачами. На плані будівлі накладаємо способи прокладки мереж, місця розташування вимикачів, позначаємо номери груп і даємо дані світильників.

При плануванні сільськогосподарських об'єктів використовуються такі способи розводки: по кабелю; на лотках і ящиках; в пластикових і сталевих трубах; Металеві та гнучкі гумові шланги; в каналах будівельних конструкцій; Провід і кабель на фундаментах і конструкціях будівель (ОСТ 70.004.0013 - 81).

Відповідно до категорії приміщення та умов навколишнього середовища з табл.

Р.5.1 / 7 / Виберіть кабель АВВГ.

Створюємо проектну схему мережі, на якій вказуємо кількість проектних точок, довжини ділянок і підключені потужності. Замінимо потужність рівномірно розподіленого навантаження на результуючу, прикладену до центру

цих навантажень.

### Розрахунок і перевірка перерізу електричних провідників

Приймаємо допустимі втрати напруги  $\Delta U = 2,5\%$  і коефіцієнт потреби  $K_c = 1$  П.5,5 / 7 /.

Створюємо дизайнерську схему освітлення Рис. Дев'ятий

Тоді розрахункове значення перерізу провідника в перерізі:

$$S = \frac{\Sigma M + \Sigma \alpha \cdot m}{C \cdot \Delta U} \quad (69) \text{ де } \Sigma M = \Sigma P \cdot l - \text{сума моментів розрахункової та всіх}$$

наступних ділянок з такою ж кількістю проводів, що й розрахункова, кВт · м;

$\alpha \cdot m$  - сума моментів усіх гілок з різницею в кількості проводів, кВт · м;

$\alpha$  - коефіцієнт зниження крутного моменту як функція кількості проводів;  $C$

- коефіцієнт в залежності від матеріалу проводів, напруги системи та мережі,

$$\frac{\text{кВт} \cdot \text{м}}{\text{В} \cdot \text{мм}^2}$$

$\Delta U$  - допустимі втрати напруги, %  $U_n$ ;

$l$  - Довжина ділянки, м

Визначте ділянку першого групового рядка:

$$S_{0-1} = \frac{(P_1 + P_2 + \dots + P_{33}) \cdot K_c \cdot l_{0-1} + \alpha_{53} \cdot [(P_1 + P_2 + P_3) \cdot l_{1-2} + P_1 \cdot l_{2-3} + P_2 \cdot l_{2-4} + \dots + (P_4 + P_5 + P_6) \cdot l_{6-9} + (P_7 + P_8 + P_9) \cdot l_{9-10} + (P_{10} + P_{11} + P_{12}) \cdot l_{13-14} + (P_{19} + P_{20} + \dots + (P_{20} + P_{21}) \cdot l_{26-27} + (P_{23} + P_{24}) \cdot l_{30-31} + (P_{25} + P_{27}) \cdot l_{29-33} + (P_{29} + P_{30}) \cdot l_{36-37} + (P_{32} + P_{33}) \cdot l_{40-41}] + \alpha_{43} \cdot [P_6 \cdot l_{7-8} + P_9 \cdot l_{11-12}]}{C \cdot \Delta U}$$

$$= \frac{112 \cdot 0,04 + 2 \cdot 0,1 + 10 \cdot 0,06 + 2 \cdot 0,04 + 2 \cdot 0,025 + 6 \cdot 0,15}{C \cdot \Delta U} = 0,95$$

2,89 мм<sup>2</sup>

З урахуванням механічної міцності беремо найближчий більший стандартний переріз  $S_{0-1} = 4$  мм<sup>2</sup>.

Передача для однолампових люмінесцентних ламп  $\cos\phi_{l.n} = 0,85$ , для ламп розжарювання  $\cos\phi_{l.n} = 1,0$

Визначте коефіцієнт потужності в розділі 1-2:

$$\cos\phi_{cp} = \frac{\sum P_i \cos\phi_i}{\sum P_i} = \frac{112 \cdot 0,04 \cdot 0,85 + 1 \cdot 0,1 + 10 \cdot 0,06 + 4 \cdot 0,04 + 2 \cdot 0,025 + 6 \cdot 0,15}{112 \cdot 0,04 + 2 \cdot 0,1 + 10 \cdot 0,06 + 2 \cdot 0,04 + 2 \cdot 0,025 + 6 \cdot 0,15} = 0,95$$

Знайдіть розрахунковий струм у розділі 1-2:

$$I_p = \frac{P_{p1}}{\sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot \cos\phi} \quad (71) \quad \text{де } U_{л} = 220 \text{ В}$$

$$I_{p0-1} = \frac{6310}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,95} = 10,1 \text{ А}$$

Перевіряємо прийняту секцію на опалення. Постійно допустимий струм для певної секції  $I_{pert} = 27 \text{ А}$ .

$I_{pert} \geq I_p \quad 27 \text{ А} \geq 10,1 \text{ А}$  - Умова виконана.

Визначте фактичну втрату напруги в лінії 1.

$$\Delta U_{0-1} = \frac{(P_{r1} + P_{r2} + P_{r3} + P_{r4} + P_{r5} + P_{r6}) \cdot l_{0-1}}{C_3 \cdot S_{0-1}} \quad (72)$$

$$\Delta U_{0-1} = \frac{(0,68 + 1,68 + 0,23 + 0,9 + 1,68 + 1,12) \cdot 8,4}{46 \cdot 4} = 0,29\%$$

За розрахунковим струмом вибираємо настройку захисного пристрою, встановленого в розподільному пристрої. Зі столу,  $P = 5,9 / 7$  беремо  $I_b \geq I_p = 10,1$

А у табл. На сторінці 5.11 / 7 / знаходимо найближчий номінальний струм розщиплювача автоматичного вимикача  $I_n = 16 \text{ A}$ .

Перевіряємо обраний розділ на відповідність налаштуванню захисного пристрою з таблиці. 5.1 візьмемо  $\beta = 1,0$

$$I_{dop} \geq \beta I_n$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, що враховує нормоване відношення між постійно допустимим струмом провідників і струмом налаштування захисного пристрою.

$$I_{dop} = 27 \text{ A} > 1 \cdot 16 = 16 \text{ A} - \text{умова виконана.}$$

Визначте ділянку розділу 1-2 першого групового рядка.

$$S_{1-2} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3)l_{1-2} + P_1 l_{2-3} + P_2 l_{2-4} + P_3 l_{2-5}}{C_1 \cdot (\Delta U - \Delta U_{0,1})} = \frac{0,68 \cdot 61,5 + 0,24 \cdot 4,5 + 0,08 \cdot 7,8 + 0,36 \cdot 6,5}{7,7(2,5 - 0,29)} = 2,69 \text{ мм}^2$$

З урахуванням механічної міцності беремо найближчий, більший стандартний перетин  $S_{1-2} = 4 \text{ мм}^2$ .

Оскільки в першу групу підключаються тільки лампи розжарювання,  $\cos \phi = 1$

Визначити розрахунковий струм у розділах 1-2;

$$I_p = \frac{P_{p1}}{U_n \cos \phi}$$

$$I_{p1-2} = \frac{240 + 80 + 360}{220} = 3,1 \text{ A}$$

Перевіряємо прийняту секцію на опалення. Постійно допустимий струм для певної секції  $I_{pert} = 27 \text{ A}$ .

$$I_{dop} \geq I_p \quad 27 \text{ A} \geq 3,1 \text{ A} - \text{умова виконана.}$$

Визначте перетин решти ділянок першої групової лінії

$$S_{2-4} = \frac{P_2 \cdot l_{2-4}}{C_1 \cdot (\Delta U - \Delta U_{0,1})} = \frac{0,08 \cdot 7,8}{7,7(2,5 - 0,29)} = 0,04 \text{ мм}^2$$

З урахуванням механічної міцності беремо найближчий більший стандартний перетин  $S_{2-4} = 2,5 \text{ мм}^2$



За розрахунковим струмом вибираємо установку захисного пристрою, встановленого в електрощиті. Приймаємо  $I_{\text{в}} \geq I_{\text{р}} = 3,1 \text{ А}$ . Знаходимо наступний номінальний струм розмикача вимикача  $I_{\text{в}} = 6 \text{ А}$ .

Перевіряємо обраний розділ на відповідність налаштуванню захисного пристрою з таблиці.  $5,1 / 7 /$  беремо  $\beta = 1,0$

$$I_{\text{доп}} \geq \beta I_{\text{у}} I_{\text{доп}} = 27 \text{ А} > 1,6 = 6 \text{ А} - \text{умова виконується}$$

Визначте фактичні втрати на тягу в першій групі для найдовшої та найбільш сильно навантаженої ділянки (0-4).

$$\Delta U_{1-2} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) \cdot l_{1-2}}{C_1 \cdot S_{1-2}} = \frac{(0,24 + 0,08 + 0,36) \cdot 61,5}{7,7 \cdot 4} = 1,39\%$$

$$\Delta U_{2-4} = \frac{P_2 \cdot l_{2-4}}{C_1 \cdot S_{2-4}} = \frac{0,08 \cdot 7,8}{7,7 \cdot 2,5} = 0,03\%$$

$$\Delta U_{0-5} = \Delta U_{0-1} + \Delta U_{1-2} + \Delta U_{2-5} = 0,29 + 1,39 + 0,03 = 1,71\% < 2,5\%$$

Втрати в лінії не перевищують допустимих.

Визначте ділянку п'ятої групової лінії.

$$S_{1-25} = \frac{(P_{19} + P_{20} + \dots + P_{27}) \cdot l_{1-25} + (P_{22} + P_{23} + \dots + P_{27}) \cdot l_{26-33} + (P_{19} + P_{20} + P_{21}) \cdot l_{25-26} + (P_{22} + P_{23} + P_{24}) \cdot l_{29-30} + (P_{25} + P_{26} + P_{27}) \cdot l_{29-30}}{C_3 \cdot (\Delta U - \Delta U_{0-1})} = 0,69 \text{ мм}^2$$

З урахуванням механічної міцності беремо найбільший, більший стандартний перетин  $S_{1-29} = 2,5 \text{ мм}^2$

Оскільки в першу групу підключаються тільки люмінесцентні лампи,  $\cos \phi = 1$   
 $2 = 0,85$ ;

Визначте розрахунковий струм у розділах 1-6;

$$I_{\text{р1-29}} = \frac{40 \cdot 42}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,85} = 3 \text{ А}$$

Перевіряємо прийнятну секцію на опалення. Постійно допустимий струм для даної ділянки  $I_{\text{перт}} = 19 \text{ А}$ .

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р}}$$

$$19 \text{ А} \geq 3 \text{ А} - \text{умова виконана.}$$

За розрахунковим струмом вибираємо настройку захисного пристрою, встановленого в розподільному пристрої. Приймаємо  $I_b \geq I_r = 3 \text{ А}$ . Знаходимо наступний номінальний струм розмикача вимикача  $I_b = 6 \text{ А}$ .

Перевіряємо обраний розділ на відповідність налаштуванню захисного пристрою з таблиці.  $5,1 / 7 /$  беремо  $\beta = 1,0$

$$I_b \geq I_r \quad I_b = 6 \text{ А} \geq 3 \text{ А}$$

Перевіряємо обраний розділ на відповідність налаштуванню захисного пристрою

$$I_{dop} \geq \beta I_y \quad I_{dop} = 19 \text{ А} > 1 \cdot 6 = 6 \text{ А} - \text{ умова виконана.}$$

Оскільки всі інші ділянки траси менш розтягнуті і менш напружені, немає необхідності розраховувати перетин проводів. Приймаємо провід перерізів на механічну міцність  $2,5 \text{ мм}^2$ ;

Визначте фактичну втрату напруги в п'ятій групі для найдовшої та найбільш сильно навантаженої ділянки (0–35).

$$\Delta U_{1-25} = \frac{(P_{19} + P_{20} + \dots + P_{27}) \cdot l_{1-25}}{C_3 \cdot S_{1-25}} = \frac{(0,56 + 0,56 + 0,56) \cdot 5,6}{46 \cdot 2,5} = 0,08\% \quad \Delta U_{25-29} = \frac{(P_{22} + P_{23} + \dots + P_{27}) \cdot l_{25-29}}{C_3 \cdot S_{25-29}} = \frac{(0,56 + 0,56) \cdot 3}{46 \cdot 2,5} = 0,03\%$$

$$\Delta U_{29-33} = \frac{(P_{25} + P_{26} + P_{27}) \cdot l_{29-33}}{C_3 \cdot S_{29-33}} = \frac{(0,2 + 0,2 + 0,16) \cdot 12,3}{46 \cdot 2,5} = 0,06\%$$

$$\Delta U_{33-34} = \frac{(P_{26} + P_{27}) \cdot l_{33-34}}{C_2 \cdot S_{33-34}} = \frac{(0,2 + 0,16) \cdot 18,6}{20 \cdot 2,5} = 0,13\%$$

$$\Delta U_{34-35} = \frac{P_{27} \cdot l_{34-35}}{C_1 \cdot S_{34-35}} = \frac{0,16 \cdot 18,6}{7,7 \cdot 2,5} = 0,15\%$$

$$\Delta U_{0-35} = \Delta U_{0-1} + \Delta U_{1-25} + \Delta U_{25-29} + \Delta U_{29-33} + \Delta U_{33-34} + \Delta U_{34-35} = 0,29 + 0,08 + 0,03 + 0,06 + 0,13 + 0,15 = 0,74\% < 2,5\%$$

Втрати в лінії не перевищують допустимих.

НУБІП України

**РОЗДІЛ 5****ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ****5.1 Заходи з організації монтажу і налагодження електрообладнання**

Проекти електромонтажних робіт виконуються відповідно до Правил монтажу електроустановок, Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, діючі правила пожежної безпеки, відомчі інструкції, інструкції з монтажу виробників обладнання.

Електромонтажні роботи на об'єктах розпочинаються за наявності технічної документації. Особливі види робіт, що потребують спеціальної підготовки персоналу, можуть виконуватися лише особами, допущеними до їх виконання. Ці особи повинні мати посвідчення на право виконання цих робіт та скласти перевірку знань з техніки безпеки.

Електромонтажні роботи виконуються в два етапи. На першому етапі виконуються всі підготовчі та заготівельні роботи. До них відноситься ознайомлення з проектом і розробка лінійних і сіткових графіків, розробка технологічного проекту електромонтажних робіт. Тут враховується послідовність і послідовність монтажу.

На першому етапі вирішуються всі питання щодо організації робіт: перевірка та вивчення проектної документації; огляд і перевірка готовності приміщення; розробка проекту організації монтажних робіт; виявлення потреби в робочій силі; складання графіків пересування робітників; перевірка комплектності машин, обладнання, контрольної апаратури; розробка заходів безпеки.

Всі підготовчі роботи виконуються за межами монтажно́ї зони.

На другому етапі виконуються основні електромонтажні роботи. По кабелях прокладаються силові та освітлювальні мережі, проводи і кабелі виставляються і підключаються до клем зібраних шаф і щитів відповідно до передбаченої проектом схеми складання.

Другий етап закінчується пусканалагоджувальними роботами, які включають: огляд обладнання, виявлення дефектів, вимірювання опору ізоляції,

перевірку вільного з'єднання ручок приводу, фазування ліній без подачі напруги в ланцюг; робота з подачею напруги на оперативні схеми керування (перевірка дії всіх елементів схеми, їх блокування, роботи приладів керування); здійснення рукоятки керування електроприводами при подачі напруги в силові та робочі ланцюги; комплексний тест, режим регулювання.

## 5.2 Розрахунок робіт з експлуатації електрообладнання. Визначення кількості обслуговуючого персоналу

Організація робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту електроприладів електрослужбою птахофабрики.

Кількісний склад технічної служби птахофабрики одиниці населення за умовними умовами, в яких відображено все електрообладнання.

Середнє навантаження на одного електрика становить 100 умовних приладів.

Потім розраховується загальна кількість необхідних електриків:

$$N = E / 100, \text{ чол. (5.1)}$$

де  $E$  — обсяг роботи в умовних одиницях.

$$N = 562 / 100 = 5,62 \text{ чол.}$$

Від загальної кількості електриків розрізняють експлуатаційну та ремонтну групу.

Кількість електриків, які ремонтують за формулою:

$$\text{Нем.рем.} = (Q_{\text{то}} + Q_{\text{пр}}) / F, \text{ (5.2)}$$

де  $Q_{\text{то}}$  і  $Q_{\text{пр}}$  — відповідно до відповідних витрат на технічне обслуговування (ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ) та обслуговування (ПР) електрообладнання;

$F$  - річний фонд робочого часу,  $F = 1800$  год.

## Умовні одиниці електрообладнання птахофабрики

Назва	Одиниці вимірювання	Кількість	Кількість умовних одиниць	
			На одиницю вимірювання	ВСЬОГО
Трансформаторна підстанція	шт	2	2,5	5,0
Повітряна лінія	км	2	2,92	7,86
Кабельна лінія	км	28	1,29	49,02
Розподільчі пункти	1 приед.	216	0,5	108
Електричний привод с.-г. машин і установок	до 1 кВт	540	0,44	227,6
	шт. 1,1–10 кВт	54	0,61	22,94
Електроосвітлювальні установки	шт.	2708	0,14	519,12
Зовнішнє освітлення	шт	25	0,156	2,9
<b>ВСЬОГО</b>	-	-	-	561,96

Річна трудомісткість робіт з ТО і ПР електрообладнання визначається за формулою:

$$Q_{\text{ТО}} = n_1 \cdot m_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot m_2 \cdot g_2 + \dots + n_n \cdot m_n \cdot g_n, \quad (5.2)$$

$$Q_{\text{ПР}} = n_1 \cdot m'_1 \cdot g'_1 + n_2 \cdot m'_2 \cdot g'_2 + \dots + n_n \cdot m'_n \cdot g'_n, \quad (5.4)$$

де  $n_1, n_2, \dots, n_n$  – кількість окремих видів обладнання;

$m_1, m_2, \dots, m_n$  і  $m'_1, m'_2, \dots, m'_n$  – відповідно річна кількість ТО і ПР;

$g_1, g_2, \dots, g_n$  і  $g'_1, g'_2, \dots, g'_n$  – відповідно нормативи трудомісткості одного технічного обслуговування і поточного ремонту для окремих видів обладнання, люд./год.

Розрахунок річного об'єму робіт з ТО і ПР електрообладнання наведені в таблиці 5.2.

### Розрахунок річного об'єму робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання

Найменування обладнання	Кількість	Кількість в рік		Трудоємність, люд.год		Річні затрати люд.год	
		ТО	ПР	ТО	ПР	ТО	ПР
Трансформаторні підстанції	2	2	1	8	100	48	200
Повітряні лінії	60	11	1	0,1	1,5	66	90
Кабельні лінії	28	2	1	1,2	18	126,8	684
Силові збірки	18	7	1	0,8	12	100,8	216
Освітлювальні щитки	18	7	1	0,22	4,2	29	75,6
Електродвигуни 1,1 кВт, 1000 об/хв	422	4	0,5	0,2	4,0	518,4	864
Електродвигуни 1,1 кВт, 1500 об/хв	108	4	0,5	0,2	2,9	129,6	210,6
Електродвигуни 2 кВт, 1500 об/хв	18	4	0,5	0,4	4,2	28,8	28,7
Електродвигуни 3,5 кВт, 1500 об/хв	18	4	0,5	0,5	4,8	26	42,2
Електродвигуни 3,5 кВт, 1000 об/хв	18	4	0,5	0,5	5,0	26	45
Автоматичні вимикачі	620	11	1	0,25	1,75	1722	1102
Електромагнітні пускачі	216	11	1	0,26	1,51	617,8	226,2
Теплові реле	216	11	1	0,25	0,85	594	182,6
Світильники	2708	2	1	0,15	0,4	1667	1482
<b>ВСЬОГО</b>	-	-	-	-	-	<b>5741</b>	<b>5562</b>

Кількість електромонтерів групи ремонту:

$$N_{\text{ем.рем}} = (5741 + 5562) / 1800 = 6,2 \text{ чол.}$$

Таким чином, на птахофабриці необхідно 7 електромонтерів для виконання технічного обслуговування і поточного ремонту електрообладнання.

### 5.3 Планування робіт з експлуатації електрообладнання

При плануванні технічного обслуговування та ремонту електрообладнання створіть річний ПР і квартальний графік технічного обслуговування.

Використовуйте місяць як часовий інтервал при складанні річного плану PR і декаду або тиждень для квартального плану технічного обслуговування. Річний графік технічного обслуговування та електрообладнання пташника наведено в таблиці 5.3.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1 Вимоги безпеки при монтажі електрообладнання на птахофабриці

Монтаж електронних приладів проводиться кваліфікованими фахівцями з дотриманням вимог безпеки при роботі з інструментом. При монтажі електропроводки для будинку можна використовувати драбину або драбину.

Висота сходів не повинна перевищувати 5 м, якщо висота більше 7 м, використовується нерухома риштування. Драбини повинні бути заблоковані гаком або ланцюгом, щоб запобігти несанкціонованому відкриванню. Щоб уникнути випадкового падіння інструмента, не залишайте його на риштуванні або риштуванні. Інструмент поміщається в ящик для інструментів або сумку.

Роботи на висоті можуть виконувати тільки проінструктовані особи, якщо висота перевищує 5 м, допускається також медичний огляд.

При монтажі електрообладнання часто виникає необхідність виконувати вантажно-розвантажувальні роботи та використовувати підйомні механізми.

Електричні машини можна піднімати лише з призначеними для них частинами: око-Гвинти, гачки.

Шківні приводу вентилятора з приводними ремнями, щитки повороту повинні бути закриті корпусами, а електродвигуни мають бути надійно нейтралізовані. Перед випробуванням обертових механізмів необхідно перевірити кріплення опорних гвинтів, попрацювати двигуном на холостому ході і переконатися, що всередині пристрою немає сторонніх предметів.

Перед першим подачею напруги на прилад необхідно перевірити опір ізоляції мегаомметром, воно не повинно бути менше 0,5 МОм.

Перше вмикання електрообладнання пташника дозволяється тільки за погодженням і в присутності електротехнічного персоналу.

Монтаж освітлювальної мережі слід проводити в два етапи. На першому етапі слід підготувати трасу електропроводки, провести роботи з перфорації та



кріплення. Під час монтажу кабелі та шланги не повинні заважати проїзду людей та транспортних засобів. Перед установкою групових вивісок і освітлювальних приладів необхідно переконатися в міцності встановлених для них конструкцій.

На другому етапі монтажу потрібні додаткові запобіжні заходи. Протягуючи дроти або кабелі в труби, перше, що потрібно зробити, це видалити задирки. Ручка на дроті призначена для запобігання ковзання при витягуванні.

У приміщеннях, призначених для зберігання яєць і м'яса птиці, низьку температуру забезпечує охолоджуючий агрегат. Машина заправляється фреоном на заводі. На місці установки використовується манометр для перевірки

наявності надлишкового тиску фреону на стороні низького тиску системи. Машина запускається з розвантаженими камерами, потім встановлюється термореле. Перед механічним випробуванням пристрою без навантаження

необхідно ознайомити всіх учасників з процесом і заходами безпеки; Перевірити кріплення фундаментних болтів і потека Деталі, заземлення електричної частини приладу; Наявність і зручність використання огорож, пускових пристроїв. Перед

початком випробування дайте електродвигуну попрацювати на холостому ході та перевірити правильність обертання. Під час випробування забороняється робити ремонт, усувати помилки монтажу. Якщо холодоагент витікає з

автомобіля, необхідно включити вентиляцію в приміщенні; Увійти в приміщення можна лише в протигази та гумових рукавичках. Забороняється використовувати відкритий вогонь або палити в приміщенні, оскільки при витокі фреону з

установки фреон розкладається на токсичні речовини під час відкритого вогні. До встановлення холодильної машини допускаються лише навчені особи, які мають відповідний сертифікат. При отруєнні фреоном рекомендується приймати

30

Вентиляційні установки не повинні створювати постійного шуму більше 60 дБ в робочій зоні, тому двигуни вентиляторів встановлюються на вібраційні ніжки для зниження рівня шуму і підключаються до мережі мідним дротом.

## 6.2 Основні вимоги безпеки при експлуатації електрообладнання на птахофабриці

За класом електрозахисту приміщення насосної станції є особливо небезпечним приміщенням, оскільки має залізобетонну підлогу та вологість. Пташники вважаються небезпечними приміщеннями. У таких приміщеннях повинні використовуватися електричні машини та шафи зі ступенем захисту не менше IP44 (ступінь захисту від вологи може змінюватися залежно від умов навколишнього середовища). Вимикачі та роз'ємні контактні з'єднання повинні мати однаковий ступінь захисту, мінімальний ступінь захисту для світильників з лампами розжарювання та люмінесцентних – IP23. Насосна станція другого елеватора нейтралізує електроприводи насосних станцій. Вхідний розподільний пристрій має механічну блокування.

При обслуговуванні електроприладів необхідно дотримуватися правил техніки безпеки та запобіжних заходів, щоб забезпечити безперебійну роботу електроприладів та безпеку обслуговуючого персоналу. При експлуатації приладів необхідно дотримуватись «Правил технічної експлуатації систем електроспоживання» та «Правил безпеки при експлуатації електросистем споживачів». При експлуатації пристрою необхідно дотримуватись наступних вимог:

експлуатувати електроприлади відповідно до інструкцій з робіт та відповідно до чинних нормативних документів, інструкцій та правил техніки безпеки та виробничої гігієни;

— До роботи з електроприладами допускаються особи, які вивчили заводську інструкцію та ознайомлені з правилами техніки безпеки;

— Персонал, який працює з електрообладнанням, підлягає медогляду та інструктажу при вступі на роботу і підлягає подальшій перепідготовці не рідше ніж кожні 3 місяці;

— всі струмоведучі частини та вузли приладів повинні бути закриті;

— перед проведенням планової перевірки з електрообладнання необхідно зняти напругу;  
 — всі корпуси електроприладів повинні бути заземлені;

— використання нестандартних запобіжників категорично заборонено;

— Обов'язково попередити присутніх про включення електроприладів у загальні та окремі механізми;

— ремонтувати та регулювати механізми можна лише при вимкненому загальному вимикачі на силовому щиті (при цьому на вимикачі має бути

розміщено плакат «Не вмикати! люди працюють», крім того, запобіжники блоку живлення необхідно зняти.

Забороняється вмикати електроприлади під напругою без заземлення. Двері диспетчерської повинні бути завжди зачинені (робота з відкритими дверима заборонена).

Всі роботи з огляду, ремонту та очищення електроприладів повинні виконуватися при повністю знеструмленому режимі. Слід зазначити, що при вимкненому апараті (АВ) його нерухомі контакти та клемні колодки залишаються під напругою. Електричні вентилятори можна обслуговувати лише після відключення двигунів від мережі.

Особлива обережність потрібна при роботі з приладами, що містять ртуть. Пари ртуті в основному отруюють нервову систему, тому забороняється користуватися приладами з пошкодженими пляшками, а також збирати ртуть і осколки пошкоджених пляшок руками без рукавичок.

Додаткове заземлення електроприладів для заземлення здійснюється шляхом підключення до контуру заземлення проводом заземлення. З'єднання дроту з приладом прикручене, зі схемою - зварювання.

У ході технологічного процесу виникає необхідність дезінфекції яєць, тари, приладів. Дезінфекція відбувається тільки в спеціальних герметичних камерах, які обладнані відсмоктувачами та відповідними пристроями. На вході в камеру має бути світлове табло з табличками «Не заходити, газ» та «Камера вентилярована». Їх необхідно замикати за допомогою пристроїв розблокування

для дезінфекційних пристроїв і відсмоктування, які спрацьовують, коли дверцята камери щільно закриті та замкнені. Обслуговуючий персонал, який виконує дезінфекцію, повинен мати дозвіл на роботу з дезінфікуючими засобами та бути ознайомлений з правилами безпечної роботи. На робочому місці має бути інструкція

Роботи на насосній станції для гідро- та електрообладнання проводяться, за винятком аварійних робіт, також огляди та профілактичні роботи обладнання, які проводяться за усним або телефонним замовленням із записом у щоденник.

Необхідно запобігти подачі води на робоче місце. У машинному приміщенні насосної станції використовуються переносні лампи напругою 12 В. Підлоги машинного приміщення повинні бути сухими. На практиці найпоширенішою несправністю є вихід з ладу двигуна вентилятора або насоса. У разі ремонту щітки можна замінити або обслуговувати без замовлення в тому порядку, в якому вони на даний момент використовуються спеціально уповноваженими особами або обслуговуючим персоналом. При цьому не можна одночасно торкатися руками до струмоведучих частин різної полярності або струмоведучих і заземлених частин, а слід використовувати діелектричні калоші або килимки та інструменти з ізоляційними ручками, але не діелектричні рукавички.

Під час роботи не можна знімати захист кабелів обмотки і кабельних вороніт електродвигуна та його рухомих частин. Ці огорожі слід розташувати так, щоб їх не можна було зняти без гайкового ключа чи викрутки. Корпуси електродвигунів і пускових пристроїв повинні бути занулені.

Встановлювати кришки необхідно при ремонті рухомих частин електродвигуна або механізму, який він приводить. Крім вимкнення електродвигуна, необхідно зняти плавкі вставки або заблокувати важільні приводи вимикачів, автоматів або зняти з них ручки, а також запобігти обертанню двигуна з боку підключеного насоса або вентилятора. до нього закрийте відповідні клапани, прив'яжіть їх ланцюжком і повісьте на нього заборонні плакати.

### 6.3 Розрахункове та експериментальне підтвердження ефективності заземлення

Вихідні дані для розрахунку заземлення дозатора корму РТШ-2 з електродвигуном АР71В6. Лінія від трансформатора до входу в будинок виконана дротом А25 довжиною 66 м, лінія від АСП до шафи управління кабелем АВВГ 5х2,5 довжиною 84 м. Лінія від шафи розподільника до вимикача ВА51Г-25 виконана кабелем АВВГ 5х2,5 довжиною 4 м, а від вимикача до електродвигуна – кабелем АВВГ 5х2,5 довжиною 9 м. Трансформатор ТП10 / 0,4 кВ з потужністю Сн.т. = 250 кВА зі схемою підключення «зірка-зірка з нулем».

Двигун захищений вимикачем ВА51Г -25 з електромагнітним струмом відключення  $I_{н.газ} = 2,5$  А.

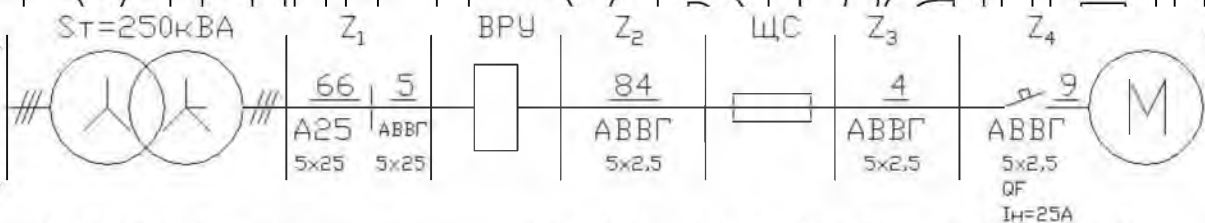


Рисунок 14. Розрахункова схема заземлення

Захисне заземлення діє при дотриманні наступних умов:

$$\frac{I_{к.з}^{(i)}}{I_{н.расц}} \geq 3, \quad (135) \quad \text{де}$$

$I_{н.з}^{(i)}$  - струм однофазного короткого замикання на лінії на електроприймачі, А;

$I_{н.расц}$  - номінальний струм запобіжної вставки або номінальний струм розчіплювача, А.

Визначте однофазний струм короткого замикання:

$$I_{н.з}^{(i)} \approx \frac{U_{\phi}}{Z_n + \frac{Z_1}{3}}, \quad (136) \quad \text{де } U_{\phi} - \text{фазна напруга, В.}$$

$Z_n$  - загальний опір петлі «нуль фази», Ом;

$\frac{Z_1}{3}$  - Опір фази трансформатора однофазному струму короткого замикання, Ом.

ЗАГАЛЬНИЙ ОПІР ПЕТЛІ «ФАЗА-НУЛЬ» ВИЗНАЧАЄТЬСЯ ЗА ФОРМУЛОЮ:

$Z_p = Z_{p1} + Z_{p2} + Z_{p3} + Z_{p4}$  (137) де  $Z_{p1}$  – загальний опір контуру «фаза – нуль»

від ТП до ВРУ, Ом;

$Z_{p2}$  - Загальний опір шлейфа «фаза-нуль» від АСУ до ГСС, Ом;

$Z_{p3}$  - Загальний опір шлейфа «фаза - нуль» від друкованої плати до вимикача,

Ом.

$Z_{p4}$  - ЗАГАЛЬНИЙ ОПІР КОНТУРУ «ФАЗА - НУЛЬ» ВІД ВИМИКАЧА ДО ЕЛЕКТРОДВИГУНА, Ом.

ЗАГАЛЬНИЙ ОПІР ПЕТЛІ «ФАЗА - НУЛЬ» ВІД ТП ДО АСУ ВИЗНАЧАЄТЬСЯ ЗА ФОРМУЛОЮ:

$$Z_{\Pi} = \sum_{i=1}^m \sqrt{[l_i \cdot (R_{i\phi} + R_{iH}) + R_{кi}]^2 + [l_i \cdot (X_{iH} + X_{i\phi} + X_{iH})]^2} \quad (138) \text{ де } l_i \text{ —}$$

довжина перерізу, м,

$m$  - кількість локацій;

$R_{i\phi}$ ,  $R_{iH}$  - питомий активний опір провідників або фазних і нульових провідників, Ом/км;

$X_{i\phi}$ ,  $X_{iH}$  - питомий індуктивний опір провідників або фазних і нульових провідників, Ом/км;

$\sigma$  - питомий індуктивний опір фазних і нульових провідників, Ом / км (приблизно 0,6 Ом / км - для повітряних ліній, 0,15 Ом / км - для проводки в трубах; 0 - для кабельних ліній);

$R_{кi}$  - контактний опір, для повітряних ліній довжиною менше 200 м - 0,02 Ом;

$$Z_{п1} = \sqrt{[0,071 \cdot (1,14 + 1,14) + 0,02]^2 + [0,071 \cdot (0,345 + 0,345 + 0,6)]^2} = 0,2 \text{ Ом}$$

Загальний опір шлейфа «фаза-нуль» від АСУ до ССС визначається за формулою:

$$Z_{п} = l_i \sqrt{\left(2 \frac{\rho_1}{s}\right)^2 + 2x_1^2} \quad (139)$$

де  $l_i$  — довжина ділянки м;  
 $S$  — перетин кабелю, мм<sup>2</sup>;  
 $\rho$  — Опір кабелю, Ом/мм<sup>2</sup>/км,  $\rho = 31,2$  Ом/мм<sup>2</sup>/км для алюмінієвих жил;  
 $x_1$  — реактивний опір ділянки, Ом/км,  $x_1 = 0,26$  Ом/км.

$$Z_{п2} = 0,084 \sqrt{\left(\frac{31,2}{2,5} + \frac{31,2}{2,5}\right)^2 + (2 \cdot 0,26)^2} = 2,09 \text{ Ом}$$

ЗАГАЛЬНИЙ ОПІР ШЛЕЙФА «ФАЗА - НУЛЬ» ВІД ВИМИКАЧА ДО ВИМИКАЧА:

$$Z_{п3} = 0,004 \sqrt{\left(\frac{31,2}{2,5} + \frac{31,2}{2,5}\right)^2 + (2 \cdot 0,26)^2} = 0,1 \text{ Ом}$$

ЗАГАЛЬНИЙ ОПІР КОНТУРУ «ФАЗА-НУЛЬ» ВІД ВИМИКАЧА ДО ЕЛЕКТРОДВИГУНА:

$$Z_{п4} = 0,009 \sqrt{\left(\frac{31,2}{2,5} + \frac{31,2}{2,5}\right)^2 + (2 \cdot 0,26)^2} = 0,22 \text{ Ом}$$

Опір контуру "фаза - нуль"  
 $Z_p = 0,2 + 2,09 + 0,1 + 0,22 = 2,61 \text{ Ом}$

Опір фази трансформатора однофазному струму короткого замикання

визначається за формулою:

$$\frac{Z_T}{3} = \frac{K_i}{S_{н.т.}}$$

де  $K_i$  — емпіричний коефіцієнт для схеми з'єднання «зірка-зірка з нулем»  $K_i =$

26;

$S_{н.т.}$  — номінальна повна потужність трансформатора, кВА

$$\frac{Z_T}{3} = \frac{26}{250} = 0,1 \text{ Ом}$$

Струм короткого замикання однофазної лінії становить:

$$I_{к.з}^{(i)} = \frac{220}{2,61+0,1} = 81,2 \text{ А}$$

Тоді, згідно з гіпотезою, отримуємо:

$$\frac{81,2}{25} = 3,2 > 3$$

Тому заземлення ефективне.

**Вибір захисного вимикача.**

Якщо струми витoku в лінії невідомі, згідно з ПУЕ, спрощений вибір УЗО можна зробити за умовою: Струм витoku в лінії повинен бути втричі більшим за номінальний струм УЗО.

$$I_{yt} \leq \frac{1}{3} I_{н.узо}$$

$$I_{yt} = I_y + I_{y.c}$$

Струм витoku лінії складається з двох складових, які розраховуються наступним чином.

Прийнято, що струм витoku дорівнює 0,4 мА на навантаження 1 ампер

електроприймачів.

$$I_y = 0,4 \cdot I_n$$

Передбачається, що струм витoku мережі однаковий, зі швидкістю 10 мкА на 1 метр довжини фазного провідника, що живить електроприймачі.

$$I_{y.c} = 10 \cdot L_{ф.пр}$$

Комплекс ПУЕ, ГОСТ 30331 та інші офіційні документи Республіки Білорусь щодо груп розеток вимагають встановлення УЗО

$$I_y = 0,4 \cdot I_n = 0,4 \cdot 28,21 = 11,28 \text{ мА}$$

$$I_{y.c} = 10 \cdot 953 = 9530 \text{ мкА} = 9,53 \text{ мА}$$

$$I_{yt} = 11,28 + 9,53 = 20,81 \text{ мА}$$

$$20,81 \leq \frac{100}{3} = 33,3 \text{ мА}$$



Вибираємо з каталогу: УЗО РУД-05У3 з номінальними даними:  
 номінальний струм  $I_n = 100\text{mA}$ , номінальна напруга  $U_n = 220\text{V}$ , час відгуку  $T_{av}$   
 $= 0,06$  сек.

#### 6.4 Пожежний захист

Противопожежний захист - це стан виробничого підприємства, при якому з заданою дуже високою ймовірністю виключена можливість виникнення пожежі або вибуху, а якщо так, то вплив на людей факторів, що становлять пожежну небезпеку (відкритий вогонь, висока температура повітря) або об'єкти запобігається та захищається майно. Ймовірність пожежі не повинна перевищувати  $10^{-6}$  на одну горючу одиницю системи.

До складу птахофабрики входять об'єкти, що належать до різних категорій залежно від небезпеки пожежі. У інкубаторії є приміщення категорії «В» (пов'язані з переробкою та використанням твердих горючих матеріалів) розпакування та сортування яєць, зберігання яєць та тари. Усі приміщення, в яких проводяться такі процеси, належать до пожежонебезпечних зон класу П-Па (зони з твердими або волокнистими горючими речовинами, але без значного утворення пилу).

Насосна станція відноситься до категорії «D» (виробництво, в якому циркулюють тільки негорючі речовини в практично холодному стані) і класу Р-Пд.

У пожежонебезпечних зонах кожного класу кабелі та лінії повинні бути обшиті та обшиті матеріалами, що не поширюють горіння. Забороняється проходження ліній будь-якої напруги через пожежонебезпечні зони будь-якого класу.

Не можна допускати провисання проводів, перевантаження електричних ліній і коротких замикань, контактів крутитищо може іскритися або перегріватися, а також використання плавких вставок для невідомого або завищеного струму в порівнянні з розрахунковим.

Щоб уникнути пожеж, викликаних коротким замиканням, при монтажі необхідно дотримуватися вимог ПУЕ. Прохід через стінки незахищених електрокабелів здійснюється в нерезаних ізоляційних напівжорстких трубах.

Ввідні щити або щити з запобіжниками і автоматами не повинні знаходитися на відстані більше 3 м від місця входу в будівлю. У приміщеннях птахофабрики вивішені інструкції з пожежної безпеки та встановлені вогнегасники. У кімнатах, проходах і тамбурах виходи нічим не перекриваються, куріння та використання відкритого вогню заборонено.

Усі засоби пожежогасіння повинні бути функціональними та завжди готовими до використання, а всі працівники мають бути навчені, як ним користуватися. Як вогнегасні засоби використовуються пісок і вогнегасники. Для категорії «D» потрібно 1 вуглекислотний і 1 пінний, хімічний або повітряно-пінний вогнегасник на площу 600 ... 800 м<sup>2</sup>.

У разі виникнення пожежі на лінії відповідальний або черговий повинен відключити мережу електропостачання та освітлення (крім аварійного освітлення), вжити заходів до гасіння пожежі та повідомити пожежну частину або адміністрацію. Електричні прилади можна гасити (після вимкнення) лише вуглекислотними вогнегасниками, піском або іншими непровідними речовинами. Якщо є очевидна небезпека, необхідно організувати евакуацію людей.

Атмосферна електрика також може стати причиною пожежі. Насосна станція відноситься до III категорії блискавкозахисту. На цій насосній станції за типовим проектом 901-2-115 в якості громовідводів використовуються сталеві сітки. Катанка діаметром 6 мм з розміром осередку 6х6 м<sup>2</sup>, мережа заземлена по кутах. З'єднання зі штучним заземлюючим електродом здійснюється зварюванням.

### 3.5 Безпека життя за край несприятливих екологічних умов

При правильному проектуванні технології виробництва можна знизити екологічно шкідливі роботи птахофабрики на прибудинковій території. Для цього ви можете зробити наступне:

- Здійснення загальних ветеринарно-санітарних заходів щодо зменшення кількості мікрофлори в приміщеннях;

- створювати гігієнічні захисні зелені зони на території птахофабрики та в її околицях;

- Удосконалення системи забезпечення мікроклімату приміщень для запобігання внутрішньої та зовнішньої циркуляції повітря. Можна

використовувати вентиляційно-опалювальні пристрої, призначені для опалення та вентиляції пташників. Як теплоносії може використовуватися пара або тепла вода.

Використовуємо для очищення стічних вод Електрофлюзокоагуляція, як

Коагулянти Ми використовуємо залізні або алюмінієві електроди.

Основними причинами забруднення ґрунтів і вод є гній, технічна вода та дезінфікуючі засоби ветеринарно-санітарних заходів. Ми використовуємо біогазову установку для утилізації гною та туш птиці.

Останнім часом спостерігається інтенсивний розвиток ядерної енергетики, а також наявність хімічної та біологічної зброї ураження на озброєнні сучасних армій, що змушує їх приділяти пильну увагу проблемі збереження людських ресурсів.

Основним методом захисту є пошук захисту в оборонних спорудах. На території заводу є притулки місткістю до 150 осіб. Склади повинні мати засоби індивідуального захисту, а також прилади дозиметричного та хімічного контролю. Видача засобів індивідуального захисту відбувається при внесенні в країну «загрози нападу противника» від імені місцевого штабу цивільної оборони.

Розробимо оперативний контроль на птахофабриці в надзвичайних ситуаціях.

Серцем будь-якої системи управління операціями для її нормальної роботи, особливо в екстремальних ситуаціях, є три основні компоненти. Це ефективна технічна підтримка керівництва, кваліфікованого персоналу та відповідних ІТ-функцій, які забезпечують весь процес розробки, прийняття та впровадження рішень.

Технічна підтримка оперативного управління та публічне оповіщення - це комплекс взаємопов'язаних засобів, що використовуються для швидкого прийому, передачі та обробки інформації. До її складу входять пристрої зв'язку та радіозв'язку, електронно-обчислювальні машини, пристрої для відображення інформації та відтворення документів.

Комплекс оперативного управління на птахофабриці повинен включати автоматичний телефонний зв'язок, комутаторний провідний зв'язок, радіозв'язок і радіомовлення.

Автоматичний телефонний зв'язок є основним видом дротового зв'язку цілодобово в екстремальних умовах. Для підвищення управлінської активності на цій основі також буде побудований комутатор. Якщо загальна пропускна здатність мережі не перевищує 200 номерів, автоматичний комутатор формується за допомогою АТСН-50/200, який містить 4 блоки по 50 номерів у кожному.

Центральний телефонний зв'язок (ЦТС) повинен дозволити учасникам мати прямий оперативний командний зв'язок, включаючи циркуляри та гучномовці, що особливо важливо в надзвичайних і несприятливих ситуаціях. Абонентські лінії та пристрої містяться в окремому комутаційному пристрої - пульті або комутаційному щиті. Створення автономних телефонних комутаційних мереж паралельно лініям АТС економічно нецільно, тому необхідно передувати комутаційний зв'язок з автоматичним. Це означає, що менеджер операцій є абонентом автосекретаря в звичайний час і, в деяких випадках, є прямим абонентом на консолі (коммутатор).

Для організації ЦТС на птахофабриці доцільно використовувати перемикач диспетчерського зв'язку КДС-42, який також дає можливість кругового та

розмовного спілкування з усіма або з певною групою учасників і одночасно веде дві самостійні бесіди.

НУБІП України

Радіопередача дає можливість надсилати повідомлення з мікрофона, магнітофона або радіоприймача до місця розташування працівників, що особливо важливо для їх швидкого оповіщення про термінові повідомлення. Для цього використовуються передавачі ТУ-50М (ТУ-100М) у комплекті з 10 колонками ГРД-5.

НУБІП України

Дротова передача необхідна для своєчасного сповіщення та інформації. У виробничих приміщеннях встановлені гучномовці, які дозволяють постійно бути в курсі подій і рекомендацій у загрозованих ситуаціях, як на регіональному рівні, так і по всій республіці.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 7

## ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок економічної частини ґрунтується на порівнянні двох варіантів.

1. Використання чотирьох обігрівачів SFOT 25/0,5T для обігріву та вентиляції стайні;
2. Застосування для опалення та вентиляції тепловентилятора ТВ-18 на основі пароводяного опалення,

Для розрахунку (частина третя) беремо такі вихідні дані:

- назва об'єкта - пташник на 4160 курей;
- Середня вага тварини 3 кг;
- втрати тепла через огорожі - 59762 кВт або 1573 Вт/оС;
- Пропускна здатність вентилятора 10296 м3/год або 13899,6 кг/год
- тепловіддача від тварин 105,96 Вт;
- Втрати тепла на випаровування 3,23 кВт
- Розрахункова зовнішня температура -22 °С;
- внутрішня температура 16 °С;
- вид палива, що спалюється в котельні - газ;
- Довжина труби опалення 60 м;
- Довжина високовольтної лінії 66 м;
- Теплова потужність системи опалення 95,17 кВт

## 7.2 Планування енерговитрат систем мікроклімату та енергоемності процесу.

Визначаємо температуру, при якій автоматика включає систему опалення за формулою:

$$t_{нт} = t_v - \frac{Q_{ж} - Q_{и}}{\sum_{кФ} + 0,28L}, \quad (140) \quad \text{де } t_v - \text{внутрішня температура повітря, } \text{oC};$$

$Q_{ж}$  - тепловиділення від тварин, Вт;

$\sum_{кФ}$  - втрати тепла через огорожі, Вт/оС;

$L$  - пропускна здатність повітря, кг / год

$$t_{\text{нр}} = 16 - \frac{105960 - 3230}{1573 + 0,28 \cdot 13899,6} = -10,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

За СНиП ми використовуємо граничну температуру для визначення середньої зовнішньої температури за опалювальний період  $\bar{t}_{\text{н}}$  і тривалість опалювального сезону.

Річна кількість годин використання максимального навантаження системи опалення для кожного з варіантів визначається за формулою:

$$\tau_{\text{max}} = k_p \cdot k_{\text{тс}} \cdot \frac{t_{\text{в}} - \bar{t}_{\text{н}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{нр}}} \cdot n_{\text{от}} \cdot 24, \quad (141) \text{ де } t_{\text{нр}} - \text{розрахункова зовнішня}$$

температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\bar{t}_{\text{н}}$  - Середня температура опалювального сезону,  $^{\circ}\text{C}$

$k_p$  - коефіцієнт, що враховує непродуктивні тепловтрати для регулювання "для плавного регулювання процесу - 1,02";

$k_{\text{тс}}$  - коефіцієнт, що враховує теплові втрати в теплорозподільних мережах;

$n_{\text{от}}$  - кількість днів опалювального сезону - 35 днів.

для варіанту 1:

$$\tau_{\text{maxI}} = 1,02 \cdot 1 \cdot \frac{16 - (-14,4)}{16 - (-22)} \cdot 35 \cdot 24 = 685,4 \text{ ч}$$

для варіанту 2:

$$\tau_{\text{maxII}} = 1,02 \cdot 1,125 \cdot \frac{16 - (-14,4)}{16 - (-22)} \cdot 35 \cdot 24 = 771,1 \text{ ч}$$

Річне споживання тепла визначається за формулою:

$$Q_{\text{год}} = 3,6 \cdot Q_{\text{от}} \cdot \tau_{\text{max}}, \quad (142) \text{ де } 3,6 - \text{коефіцієнт перерахунку з кВт у МДж};$$

$Q_{\text{от}}$  - теплова потужність системи опалення, кВт.

$$Q_{\text{годI}} = 3,6 \cdot 95,17 \cdot 685,4 = 234826,3 \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{годII}} = 3,6 \cdot 95,17 \cdot 771,1 = 264188,1 \text{ МДж}$$

Річна витрата електроенергії на потребу в теплі при використанні електричного опалення визначається за формулою:

$W_{\text{эк}} = \frac{0,28 \cdot Q_{\text{год}}}{0,98} \cdot (143)$  де 0,28 – коефіцієнт перерахунку 3 МДж у кВт·год;  
 0,98 – ККД системи електроопалення.

$$W_{\text{эк}} = \frac{0,28 \cdot 234826,3}{0,98} = 67093,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Витрата палива при використанні водонагрівача, т:

$$B_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{год}}}{q_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{к}}} \cdot 10^{-3}, \quad (144) \quad \text{де } q_{\text{н}}$$

- теплотворна здатність природного палива / 12%;

$\eta_{\text{к}}$  - ефективність опалення приміщення.

$B_{\text{н}} = \frac{264188,1}{48 \cdot 0,92} \cdot 10^{-3} = 5,98 \text{ т}$

Еквівалентну витрату палива визначають за формулою:

$$B_{\text{у}} = B_{\text{н}} \frac{q_{\text{н}}}{29,31}, \quad (145) \quad \text{де } 29,31 - \text{теплотворна здатність еквівалентного палива,}$$

$B_{\text{у}} = 5,98 \frac{48}{29,31} = 9,8 \text{ т.у.т.}$

МДж/кг.

Річне споживання електроенергії вентиляторною системою вентиляції визначається за формулою:

$W_{\text{эд}}^1 = \frac{K_{\text{в}} \cdot P_{\text{н}}}{\eta_{\text{дв}}} \cdot \eta_{\text{от}} \cdot 24, \quad (146) \quad \text{де } P_{\text{н}} - \text{теплотворна здатність еквівалентного}$   
 палива, МДж/кг.

$K_{\text{в}}$  - концентраційний табір - коефіцієнт навантаження потужності;

$\eta_{\text{ед}}$  - ККД електродвигунів.

$W_{\text{эд}}^1 = \frac{0,75 \cdot 4 \cdot 1,1}{0,83} \cdot 35 \cdot 24 = 3339,8 \text{ кВтч}$

$W_{\text{эд}}^1 = \frac{0,75 \cdot 3}{0,83} \cdot 35 \cdot 24 = 2277,1 \text{ кВтч}$



Енергоємність процесу опалення та вентиляції визначається питомою витратою енергоресурсів на 1 тварину:

$$\text{ЭН} = \frac{W_y}{n_{ж}}, \quad (147) \quad \text{де } W_{yI} - \text{споживання енергоресурсів у тФ}$$

$n_{ж}$  - худоба, голова;

У випадку з електричним повітрянагрівачем витрата енергоресурсів (у тому числі ту) визначається за такою формулою:

$$W_{yI} = b_y(W_{эк} + W_{эдI}) = b_y \cdot W_I, \quad (148) \quad \text{де } b_y - \text{середня витрата палива на 1}$$

кВт год відпущеної електроенергії (взято 0,32 тЕ);

$W_{экI}$  - річна витрата електроенергії на опалення приміщень, кВт\*год;

$W_{эдI}$  - Річне споживання електроенергії вентиляторною системою вентиляції, кВт\*год;

$W_I$  - річне споживання електроенергії системою опалення та вентиляції, кВт\*год;

$$W_{yI} = 0,32 \cdot (67093,2 + 3339,8) = 22538,6 \text{ кг. у. т.}$$

Еквівалентна витрата палива при використанні водонагрівача:

$$W_{yII} = V_n \frac{q_d}{q_y} + b_y \cdot W_{эдI}, \quad (149) \quad \text{де } V_n - \text{річне споживання природного палива}$$

в

кг.

$$W_{yII} = 5982 \cdot \frac{48}{29,31} + 0,32 \cdot 2277,1 = 10525,2 \text{ кг. т.}$$

$$\text{ЭН}_I = \frac{22538,6}{4160} = 5,42 \text{ кг. у. т. / гол}$$

$$\text{ЭН} = \frac{22538,6}{4160} = 5,42 \text{ кг. у. т. / гол}$$

Електрична потужність процесу опалення та вентиляції визначається питомими витратами енергії на тварину, кВт год/голова:

$$\text{ЭЛ}_I = \frac{W}{n_{ж}^2} \quad (150)$$

$$\text{ЭЛ}_I = \frac{70433}{4160} = 16,9 \text{ кВтч/гол}$$

$$\text{ЭЛ}_{II} = \frac{2277,1}{4160} = 0,55 \text{ кВтч/гол}$$

### 7.3 Техніко-економічне обґрунтування варіантів теплопостачання станції.

Визначаємо інвестиції для порівнюваних варіантів. У розрахунку враховуються витрати на придбання систем опалення, роботи автоматичного контролю та монтажу. Для підгріву припливного повітря в системах з пароводяним опаленням гаряча вода подається з котельнь. При цьому до складу повних капітальних вкладень слід включати вартість котельнь і опалювальних труб. Як правило, котельня обслуговує кілька об'єктів, тому пропорційні витрати слід розраховувати з урахуванням відношення максимальної потужності системи опалення до потужності всієї котельні.

Інвестиції в систему опалення та вентиляції за базовими річними цінами визначаються за формулою:

$$K_{\text{ОВС}}^{(6)} = (\text{Ц}_k^{(6)} \cdot n_k + \text{Ц}_a^{(6)} \cdot n_a) \cdot 1,2, \quad (151)$$

де  $T_s (b) k$ ,  $T_s (b) k$  - вартість опалювальних приладів і регулювання в базових цінах 1984/21 р./

$n_k, n_k$  - кількість нагрівачів і систем керування;

$$K_{\text{ОВС}}^{(6)} = (200 \cdot 4 + 500 \cdot 4) \cdot 1,2 = 3360 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОВС}}^{(6)} = (730 \cdot 2 + 532 \cdot 1) \cdot 1,2 = 1992 \text{ руб.}$$

Інвестиції в підстанцію залежать від загальної потужності встановлених систем опалення і визначаються:

$$K_{\text{ПП}}^{(6)} = K_{\text{уд}}^{(6)} \cdot P_{\text{ЭК}}, \quad (152)$$

де  $K_{\text{уд}}$  - питома капіталовкладення в підстанцію на 1 кВт встановленої потужності електроопалення (у цінах 1984 р. прийнято

сукупний показник 10 руб./кВт).

$$K_{ТН}^{(6)} = 10 \cdot 22,5 \cdot 4 = 900 \text{руб.}$$

Інвестиції в лінії електроенергії та тепла визначаються як:

цінах з 1984/21 р.:

$$K_{ЛЭП(ТС)}^{(6)} = K_{уд}^{(6)} \cdot l, \quad (153)$$

де  $K_{уд}^{(6)}$  – вартість 1 ПМ ЛЕП (теплової мережі) у

$l$  – довжина лінії електропередачі (тепломагістралі).

$$K_{ЛЭП}^{(6)} = 2 \cdot 66 = 132 \text{руб.}$$

$$K_{ТС}^{(6)} = 26,7 \cdot 60 = 1602 \text{руб.}$$

Пропорційні витрати котельні, що належать до цього майна:

$$K_{кот}^{(6)} = K_{уд}^{(6)} \cdot Q_{от}, \quad (154)$$

де  $Q_{от}$  – потужність системи опалення, кВт;

$K_{уд}^{(6)}$  – питомі капітальні вкладення в потужність котельні 1 МВт;

$$K_{кот}^{(6)} = 28,5 \cdot 95,17 = 2712,3 \text{руб.}$$

Рівень інфляції впливає з виразу:

засобів з ціни базового року на ціни на 21.01.97 р.:

$$\alpha_i = \alpha_i^{(6)} \cdot \alpha_{и(t)}, \quad (155)$$

де  $\alpha_i^{(6)}$  – індекс для перерахунку вартості основних

$\alpha_i(t)$  – Індекс перерахунку вартості основних засобів з ціни від 01.01.97 р. у

поточних цінах;

$$\alpha_i = 370 \cdot 4,048 = 1497,76$$

Таким чином, інвестиції в ОВС за поточними цінами відповідають:

$$K_{ОВС}^{(6)} = K_{ОВС}^{(6)} \cdot \alpha_i, \quad (156)$$

$$K_{ОВС}^{(6)} = 3360 \cdot 1497,76 = 5032,5 \text{тис.руб.}$$

$$K_{\text{ОВСІ}}^{(6)} = 1992 \cdot 1497,76 = 2983,5 \text{ тис. руб.}$$

$$K_{\text{ТП}} = 900 \cdot 1497,76 = 1347,98 \text{ тис. руб.}$$

$$K_{\text{кот}}^{(6)} = 2712,3 \cdot 1497,76 = 4062,4 \text{ тис. руб.}$$

$$K_{\text{ЛЭП}}^{(6)} = 132 \cdot 1497,76 = 197,7 \text{ тис. руб.}$$

$$K_{\text{ТС}}^{(6)} = 1602 \cdot 1497,76 = 2399,4 \text{ тис. руб.}$$

Загальні інвестиції в системи мікроклімату:  
для ОВС на основі електричного опалення:

$$K_I = K_{\text{ОВСІ}} + K_{\text{ТП}} + K_{\text{ЛЭП}}, \quad (157)$$

$$K_I = 5032,5 + 1347,98 + 197,7 = 6578,2 \text{ тис. руб.}$$

для ОВС на основі парових водонагрівачів:

$$K_{II} = K_{\text{ОВСІ}} + K_{\text{кот}} + K_{\text{ТС}}, \quad (158)$$

$$K_{II} = 2983,5 + 4062,4 + 2399,4 = 9445,3 \text{ тис. руб.}$$

Розрахуємо поточні витрати. Витрати на експлуатацію ОВС виходять із суми:

$$И = A + KP + TR + Э, \quad (159)$$

де  $A$  - вартість повного відновлення (амортизації) обладнання ЛЕП та теплових ліній;

$KP$  - витрати на капітальний ремонт;

$TR$  - Витрати на поточний ремонт;

$Э$  - вартість енергоресурсів.

Амортизація, капітальний ремонт котельні в розрахунках не враховуються,

оскільки ці величини враховуються у вартості відпущеного тепла.

Амортизація ОВС на основі електроопалення:

$$A_I = \frac{Pa_1}{100} \cdot K_{\text{ОВСІ}} + \frac{Pa_2}{100} \cdot K_{\text{ТП}} + \frac{Pa_3}{100} \cdot K_{\text{ЛЭП}}, \quad (160)$$

де  $Pa$  - норма амортизації, %;

$$A_I = \frac{14,3}{100} \cdot 5032,5 + \frac{4,4}{100} \cdot 1347,98 + \frac{4}{100} \cdot 197,7 = 768,8 \text{ тис. руб.}$$

ОВС на основі водо-парових нагрівачів:

$$A_{II} = \frac{P_{a1}}{100} \cdot K_{ОВСI} + \frac{P_{a2}}{100} \cdot K_{ТС}, \quad (161)$$

$$A_{II} = \frac{14,3}{100} \cdot 2983,5 + \frac{2}{100} \cdot 2399,4 = 474,6 \text{ тыс. руб.}$$

Витрати на капітальний ремонт:

$$KР_I = \frac{P_{кр1}}{100} \cdot K_{ТП} + \frac{P_{кр2}}{100} \cdot K_{ЛЭП}, \quad (162)$$

$$KР_I = \frac{2,9}{100} \cdot 1347,98 + \frac{1,7}{100} \cdot 197,7 = 42,5 \text{ тыс. руб.}$$

$$KР_{II} = \frac{P_{кр}}{100} \cdot K_{ТС}, \quad (163)$$

$$KР_{II} = \frac{0,8}{100} \cdot 2399,4 = 19,2 \text{ тыс. руб.}$$

Також розраховуємо витрати на поточний ремонт:

$$TR_I = \frac{P_{тр1}}{100} \cdot K_{ОВСI} + \frac{P_{тр2}}{100} \cdot K_{ТП} + \frac{P_{тр3}}{100} \cdot K_{ЛЭП}, \quad (164)$$

$$TR_I = \frac{18}{100} \cdot 5032,5 + \frac{5,5}{100} \cdot 1347,98 + \frac{2}{100} \cdot 197,7 = 983,9 \text{ тыс. руб.}$$

$$TR_{II} = \frac{P_{тр1}}{100} \cdot K_{ОВСII} + \frac{P_{тр2}}{100} \cdot K_{ТС}, \quad (165)$$

$$TR_{II} = \frac{18}{100} \cdot 2983,5 + \frac{2}{100} \cdot 2399,4 = 585 \text{ тыс. руб.}$$

Витрати на електроенергію:

для електроопалення ОВС:

$$\mathcal{E}_I = \mathcal{C}^{\text{э}} \cdot (W_{\text{эк}} + W_{\text{эдI}}) = \mathcal{C}^{\text{э}} \cdot W_I, \quad (166) \text{ де } \mathcal{C}^{\text{э}} \text{ - тариф на електроенергію}$$

для опалювальних потреб сільськогосподарських споживачів, тис. руб./кВт год,

$$\mathcal{E}_I = 0,0492 \cdot (67093,2 + 3339,8) = 3465,3 \text{ тыс. руб.}$$

для ОВС на основі парових водонагрівачів:

$$\mathcal{E}_{II} = S_Q \cdot Q_{\text{топл}} + \mathcal{C}^{\text{э}} \cdot W_{\text{эдII}}, \quad (167) \text{ де } S_Q \text{ - вартість теплової енергії в тис.}$$

руб./ГДж.

$$\mathcal{E}_{II} = 3,081 \cdot 264,2 + 0,0492 \cdot 2277,1 = 926 \text{ тыс. руб.}$$

$$И_I = 768,8 + 983,9 + 42,5 + 3465,3 = 5260,5 \text{ тыс. руб.}$$

$$I_{II} = 474,6 + 585 + 19,2 + 926 = 2004,8 \text{ тыс. руб.}$$

Усі елементи операційних витрат узагальнено в таблиці 25.

Таблиця 25. Порівняння елементів операційних витрат.

Елементи вартості, тисяча руб.	варіанти		Зміни (2-1)
	ОВС на електричному опаленні (1)	ОВС на базі водонагрівачів (2)	
Амортизаційні витрати на ремонт енергії	768,8	474,6	-294,2
	1026,4	604,2	-422,2
	3465,3	926	-2539,3
Всього:	5260,5	2004,8	-3255,7

Річний дохід капіталу в тисячах рублів визначається:

$$D_r = (I_r - I_{II}) + (A_{II} - A_r), \quad (168)$$

$$D_r = (5260,5 - 2004,8) + (474,6 - 768,8) = 2961,5 \text{ тыс. руб.}$$

Витрати на експлуатацію включають витрати на ремонт та електроенергію:

$$I_r = P + Э, \quad (169)$$

$$I_{r1} = 983,9 + 42,5 + 3465,3 = 4491,7 \text{ тыс. руб.}$$

$$I_{II1} = 585 + 19,25 + 926 = 1530,3 \text{ тыс. руб.}$$

Нарахування амортизації котельні:

$$A_k = \frac{P_k}{100} \cdot K_{\text{ког}}, \quad (170)$$

$$A_k = \frac{5}{100} \cdot 4062,4 = 203,1 \text{ тыс. руб.}$$

Інтегральний ефект:

$$Э_{II} = D_r \cdot \alpha_T - K, \quad (171) \quad \text{де } K - \text{ капітальні вкладення, тис. руб.}$$

$\alpha_T$  - Коефіцієнт дисконту, роки.

Коефіцієнт дисконту визначається за формулою:

$$\alpha_T = \frac{(1+E)^T - 1}{E(1+E)^T}, \quad (172) \quad \text{де } E - \text{ ставка дисконту;}$$

$T$  - Розрахунковий період, роки.

У більшості випадків платіжний цикл визначається терміном служби номінованих пристроїв:

$$T = T_{\text{сл}} = \frac{100}{R_a}, \quad (173) \text{ де } R_a - \text{річна норма амортизації, яка для ОВС становить}$$

14,3%.

$$T = \frac{100}{14,3} = 6,99 \text{ лет}$$

$$\alpha_T = \frac{(1 + 0,1)^{6,99} - 1}{0,1(1 + 0,1)^{6,99}} = 4,86 \text{ лет}$$

$$\mathcal{E}_n = 2961,5 \cdot 4,86 - 9445,3 = 4947,6 \text{ тыс. руб.}$$

Термін окупності з урахуванням дисконтування визначається за формулою:

$$T_o = \frac{\lg(1 + \frac{E}{P_B})}{\lg(1 + E)}, \quad (174) \text{ де } P_B - \text{коєфіцієнт рентабельності інвестицій;}$$

$$P_B = \frac{D_r}{K} = E, \quad (175)$$

$$P_B = \frac{2961,5}{9445,3} - 0,1 = 0,18$$

$$T_o = \frac{\lg(1 + \frac{0,1}{0,18})}{\lg(1 + 0,1)} = 4,75 \text{ лет}$$

Критерії ефективності повинні відповідати таким умовам:

$$\mathcal{E}_n \geq 0, \quad (176)$$

$$T_o \leq T, \quad (177)$$

$$\mathcal{E}_n = 4947,6 \text{ тыс. руб.} > 0$$

$$T_o = 4,75 \text{ лет} < T = 6,99 \text{ лет}$$

Критерії ефективності відповідають умовам.

На основі розрахунку створюємо таблицю з техніко-економічними показниками. Подібну таблицю можна знайти на аркуші 8 графічного розділу.

Таблиця 26. Техніко-економічні показники.

Показники	варіанти		Зміни (2-1)
	(1)	(2)	

1. Худоба, голова	4160	4160	-
2. Річне споживання тепла, МДж	234826.3	264188.1	29361.8
3. Час роботи ОВС з максимальною продуктивністю, год/рік	685.4	771.1	85.7
4. Енергоспоживання процесу, кг умовного палива/гол	5.42	2.53	- 2,89
5. Інвестиції, тис. руб.	6578.2	9445.3	2867.1
6. Витрати на експлуатацію, тис. руб./рік, включаючи енергоресурси	5260.5	2004.8	- 3255,7
7. Інвестиційний дохід, тис. руб./рік	-	2961.5	-
8. Інтегральний ефект, тисяча руб	-	4947.6	-
9. Час амортизації інвестицій з урахуванням дисконтування, роки	-	4,75	-

Висновок: Наведений вище техніко-економічний розрахунок показав, що варіант використання пароводяних опалювальних систем для системи опалення та вентиляції має економічний сенс, оскільки це дає окупність інвестицій і ці системи повністю амортизуються за 4,75 року.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу стану електрифікації виробничих процесів СТОВ «Стара птахофабрика» визначено завдання планування автоматизованих технологічних процесів на птахофабриці.

2. Обґрунтовано та обрано технологічне оснащення пташника з клітковим утриманням птиці, що дає змогу механізувати найважливіші технологічні процеси на птахофабриці.

3. Налагоджена система електрообладнання для створення необхідного мікроклімату, водопостачання, роздачі кормів, видалення гною, освітлення виробничих приміщень.

4. Визначено потужність на вході в пташник, обрано підстанцію 10/0,4 кВ та розраховано електромережу 0,4 кВ.

5. Розробляються заходи з монтажу, налагодження та експлуатації електрообладнання, обґрунтовується структура електротехнічної служби та визначається її чисельність, складаються плани технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання. Враховано теми охорони праці та протипожежного захисту на птахофабриках.

6. У результаті проведених досліджень встановлено, що діючі системи автоматичного регулювання всмоктування в пташниках мають суттєві недоліки: створення непарних вищих гармонік в електричній мережі, регулювання зміною напруги, що призводить до збільшення напруги, споживання електроенергії.

7. Експериментальні дослідження показали, що система автоматичного керування на основі перетворювача частоти забезпечує більш глибоке керування та споживає в 1,05-4,7 рази менше струму за поведінкою керування, ніж система з регулятором напруги TSU2-CLUIS. При використанні перетворювача частоти двигуни вентиляційної установки запускаються одночасно і працюють з однаковою швидкістю для всіх характеристик управління, завдяки чому приміщення провітрюється більш рівномірно.

8. Тиристорні перетворювачі напруги в регульованих електроприводах генерують гармоніки з переважанням п'ятої, сьомої, одинадцятої, тринадцятої. Перетворювачі частоти струму генерують менший спектр гармонік.

8. Ефективність використання перетворювачів частоти в системі автоматичного регулювання мікроклімату в планнику підтверджена економічними розрахунками. Середній час простою становить 18896 годин, імовірність відмови становить 0,95.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Іноземцев Г. Б., Козирський В. В., Лут М. Т., Радько І. П., Синявський О. Ю. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Аграр Медіа Груп, 2014. – 526 с.

2. Довідник сільського електрика / за редакцією В. С. Олійника. – К.: Урожай, 1989. – 264 с.

3. Сотник Н. И. Энергоэффективность электродвигателя как критерий выбора диапазона работы электромеханических агрегатов / Н. И. Сотник, В. С. Бойко // Научный вестник Национального горничого университета. - 2013. - № 6. -

С. 72-77 (Scopus)

4. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній / Є. Л. Жулай, Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, Д. Г. Войтюк. - К. „Урожай”, 2001 – 288 с.

5. Електропривод / [Лавріненко Ю. М., Марченко О. С., Савченко П. І. та ін.] за ред. Ю. М. Лавріненка. – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.

6. Каталог «Аско УкрЕм». – К., 2017.

7. Кнорринг Г. М. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – С.-Пб.: Энергоатомиздат, 2003.

8. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ – 2017)

9. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник / [Синявський О. Ю., Савченко П. І., Савченко В. В. та ін.]; за ред. О. Ю. Синявського. – К.: Аграр Медіа Груп, 2015. – 604 с.

10. Микроклимат животноводческих зданий / Баландин В. И.; Изд-во: СПб: ПрофКС, 2003 г.

11. Вплив якості електроенергії на функціонування споживачів у сільському господарстві / Д. Г. Войтюк, В. П. Лисенко, П. І. Мартиненко [та ін.] // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2004. – №1(6). – С. 3–

12.

12. ССБП ДСТУ 2293-93. Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення.

13. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.

14. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Держенергонагляд України. - К.: Дисконт, 1995. - 260 с.

15. Правила безпечної експлуатації електроустановок. ДНАОП 1.1.10-1.01-97. Держнаглядохоронпраці України. - К.: Основа, 1997. - 265 с.

16. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. / Держнаглядохоронпраці України. - К.: Основа, 1998. - 380 с.

17. Серета О. Г. Захист асинхронних електродвигунів від струмів перевантаження з безпосереднім контролем температури обмотки в момент пуску / О. Г. Серета, А. О. Прохоренко // Науковий вісник Національного гірничого університету. - 2015. - № 5. - С. 69-76 (Scopus).

18. Червінський Л.С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник. - К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. - 214 с.

19. Мартиненко І.І., Лисенко В.П., Тищенко Л.П., Лукач В.С. Проектування систем електрифікації та автоматизації сільського господарства. - К.: Вища шк., 1999. - 201 с.

20. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч./ Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. - К.: Аграрна освіта, 2011. - 448 с.

21. Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК.: Підручник для студентів ВНЗ. - Харків: Факт, 2008. - 438 с.

22. Синявський О. Ю., Савченко В.В. Вплив відхилення напруги на технологічні та енергетичні характеристики вентиляторів. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Харків, 2013. Вип. 141. С. 78 - 80.