

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

УДК 636.5(075)

ПОГОДЖЕНО ДИРЕКТОР ІНІ ЕНЕРГЕТИКИ,
АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ
ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ ТА
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ

проф., д. т. н. /КАПЛУН В.В./
(підпис)

доц., к. т. н. /ОКУШКО О.В./
(підпис)

« » 2023 р. « » 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: „РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ

СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ У ПТАШНИКУ”

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Усенко С.М.

(підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Синявський О.Ю.

(підпис) (ПІБ)

Виконав

(підпис)

Невмержицький В.М.

(ПІБ)

Київ – 2023

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

К. т. н., доц.

ОКУШКО О.В.

(підпис)

2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Невмержицькову Василю Михайловичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Розроблення та дослідження енергоефективного електрообладнання для створення мікроклімату у пташнику

затверджена наказом ректора НУБіП України від 6.03.2023 № 324”С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 05. 11. 2023

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

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

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз виробничо-господарської діяльності та стану електрифікації СТОВ «Старинська птахофабрика»

2. Виконати проектування електрифікації та автоматизації виробничих процесів у пташнику

3. Провести вибір та дослідження електрообладнання пташника.

4. Виконати розрахунок системи електропостачання птахофабрики.

5. Обґрунтувати заходи з монтажу та налагодження електрообладнання на птахофабриці.

6. Розробити заходи з охорони праці на птахофабриці.

7. Провести техніко-економічне обґрунтування системи електрообладнання птахофабрики.

Дата видачі завдання 7.03.2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Синявський О.Ю.
(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Невмержицький В.М.
(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.

На основі обстеження птахоферми вибрано технологічне та електротехнічне обладнання для водопостачання, роздавання кормів, прибирання посліду, підтримання необхідного мікроклімату, а також проведений розрахунок освітлювальних установок.

Визначена потужність трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ та проведений розрахунок електричних мереж 0,38 кВ. Розроблені заходи з монтажу та експлуатації електрообладнання, визначена чисельність електротехнічної служби. Розглянуті питання охорони праці та протипожежної безпеки на птахофермі.

Обґрунтована система автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в пташнику, розроблена принципіальна електрична схема, вибрані апарати захисту і керування. Проведені дослідження регульованого електропривода вентиляційної установки.

Ефективність прийнятих інженерних рішень підтверджують економічні розрахунки.

Галузь застосування – птахівництво.

Ключові слова: пташник, кліткове утримання, вентиляція, перетворювач частоти, мікроклімат, електрифікація виробничих процесів

	ЗМІСТ	
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ		7
ВСТУП		8
РОЗДІЛ 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТОВ «СТАРИЙСЬКА ПТАХОФАБРИКА»		10
1.1 Характеристика господарської діяльності		10
1.2 Стан електрифікації об'єкта проектування		14
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПТАШНИКУ		16
2.1 Технологічний процес на птахофабриці		16
2.2 Вибір технологічного обладнання		17
2.2.1 Вибір кліткових батарей для утримання птиці		17
2.2.2 Роздавання кормів		20
2.2.3 Пойння курей		21
2.2.4 Прибирання посліду		22
2.3 Водопостачання птахоферми		23
2.4 Розрахунок вентиляції і опалення		28
2.5 Розрахунок електропривода вентилятора ВО-Ф-7,1А		33
2.6 Розрахунки електропривода гнєсприбирального транспортера НКЦ-7-12-02		38
2.7 Вибір апаратури керування і захисту		40
2.7.1 Вибір автоматичних вимикачів		40
2.7.2 Вибір електромагнітного пускача		42
2.7.3 Вибір теплового реле		42
2.8 Розрахунок силової мережі		43
2.9 Вибір розподільних пристроїв електросилової мережі		44
2.10 Розрахунок освітлення та вибір освітлювальних установок		46
2.11 Розрахунки електричної мережі освітлення пташника		51
2.12 Розрахунок зовнішнього освітлення території птахофабрики		56

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ПТАШНИКУ.....	58
3.1 Аналіз стану питання з регулювання параметрів мікроклімату в пташниках.....	58
3.2 Теоретичне обґрунтування розробки.....	59
3.2.1 Регулювання продуктивності вентиляційних установок.....	59
3.2.2 Автоматизовані вентиляційні установки.....	62
3.3 Теоретичні і експериментальні дослідження вентиляційної установки «Клімат-47».....	64
3.4 Розробка системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату у пташнику.....	69
3.5. Дослідження впливу станцій керування вентиляційними установками на форму кривої напруги живлення.....	72
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....	77
4.1 Розрахунок електричних навантажень.....	77
4.2 Розрахунок зовнішніх електричних мереж.....	78
4.3 Перевірка електричних мереж на можливість пуску асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором.....	82
4.4 Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах однофазних та трифазних коротких замикань.....	85
РОЗДІЛ 5. ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ.....	89
5.1 Заходи з організації монтажу і налагодження електрообладнання.....	89
5.2 Розрахунок робіт з експлуатації електрообладнання. Визначення кількості обслуговуючого персоналу.....	90
5.3 Планування робіт з експлуатації електрообладнання.....	93
5.4 Організація обліку електроенергії.....	93
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	95

6.1 Аналіз стану безпеки праці в господарстві	95
6.2 Заходи з охорони праці	96
6.3 Розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції	97
6.4 Блискавкозахист	104
6.5 Пожежна безпека	104
РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	106
ВИСНОВКИ	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	111
ДОДАТКИ	114

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НУБІП України

ω – кутова швидкість;

S – ковзання двигуна;

K_3 – коефіцієнт запасу;

J – момент інерції;

НУБІП України

n – частота обертання;

P – потужність двигуна;

μ – кратність моменту;

M – момент;

R – активний опір;

НУБІП України

x – реактивний опір;

t – час;

T – температура;

v_t – швидкість нагрівання двигуна;

НУБІП України

M – момент;

R – активний опір;

x – реактивний опір;

t – час;

ϕ – відносна вологість повітря;

НУБІП України

γ – густина повітря;

F_k – поверхня покрівлі;

K_k – коефіцієнт теплопередачі даху;

L_B – продуктивність вентилятора;

q_0 – питома теплова характеристика поруди;

НУБІП України

λ – коефіцієнт гідравлічного опору;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

l – довжина труби;

d – діаметр труби;

$\cos\phi$ – коефіцієнт потужності.

НУБІП України

ВСТУП

Промисловий спосіб виробництва птахівничої продукції відображає науково-технічний прогрес в цій галузі, основним напрямком якого є подальше вдосконалення електрифікованої машинної технології з використанням сучасних методів і засобів автоматичного управління.

Переведення птахівництва на промислову основу, висока концентрація і збільшення щільності розміщення птиці в приміщеннях висунули нові вимоги засобів механізації та автоматизації виробничих процесів.

Для забезпечення росту, здоров'я і підвищення продуктивності птиці одним з найважливіших умов є створення в пташниках необхідного мікроклімату. За незадовільних умов утримання спостерігається підвищена захворюваність птиці, особливо курчат, падає продуктивність і продуктивна здатність, збільшуються витрати кормів на одиницю продукції та знижується її якість. За даними ВІЕСТ потенційна продуктивність птиці через це нерідко використовується лише на 20 ... 30 %, несучість курей знижується на 20 ... 35 %, а прирости бройлерів на 6 ... 7 %. Крім того, різко скорочується термін служби будівель і устаткування.

Незадовільний мікроклімат негативно впливає на здоров'я обслуговуючого персоналу, в силу чого вимоги охорони праці набувають особливого значення, оскільки нині в одному пташнику, залежно від його розмірів і способу утримання птиці, може бути розміщено від 10 до 60 тис. курей-несучок та бройлерів.

Мета досліджень – розробка і обґрунтування параметрів системи електрообладнання для птахоферми, що забезпечує підвищення ефективності технологічних процесів, зменшення собівартості та енергоємності продукції птахівництва.

Об'єктом досліджень є технологічні процеси на птахофермі з клітковим утриманням птиці.

Предмет досліджень – структура автоматизованого електрообладнання для 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 ПК у програмному середовищі “Mathcad”.

Теоретична цінність отриманих результатів полягає в обґрунтуванні структури та параметрів системи електрообладнання для птахоферми з клітковим утриманням птиці.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробці системи автоматизованого електрообладнання для птахоферми.

На захист магістерської кваліфікаційної роботи виносяться:

1. Система технологічного обладнання для птахоферми.
2. Система автоматизованого електрообладнання для технологічних процесів у пташнику.
3. Структура та параметри системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в пташнику.
4. Результати теоретичних та експериментальних досліджень регульованого електропривода вентилятора.
5. Заходи з експлуатації електрообладнання та охорони праці на птахофабриці.

У цій магістерській кваліфікаційній роботі вибрано технологічне та електротехнічне обладнання для птахоферми, розглянуті питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та охорони праці на птахофермі, обґрунтована система автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в пташнику, проведені дослідження автоматизованої вентиляційної установки, наведені техніко-економічні показники застосування розробленого автоматизованого електрообладнання на птахофермі.

Результати досліджень опубліковані в праці: Невмержицький В.М., Синявський О.Ю. Енергоефективне електрообладнання для створення мікроклімату в пташнику. Збірник тез 76 науково-практичної конференції студентів «Енергозабезпечення, електротехнології, електротехніка та інтелектуальні управляючі системи в АПК. С.48.

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.

Основним видом діяльності є птахівництво – виробництво племінного й товарного яйця, виробництво й глибока переробка м'яса курчат-бройлерів.

Для цього в господарстві є два інкубаторії.

Один інкубаторій призначений для інкубації й виводу молодняку яєчних порід, другий – бройлерів.

Виробнича потужність кожного інкубаторію 180 тис. штук яєць.

Для вирощування ремонтного молодняку є 7 діючих корпусів (200 тис. птахомісць). Для виробництва племінного яйця – 2 корпуси (33 тис. птахомісць) і 2 корпуси півнів (5,5 тис. птахомісць). Для виробництва товарного яйця – 9 корпусів (376 тис. птахомісць).

Підприємство має: цех батьківської й промислової череди курей (виробництво племінного й товарного яйця), два інкубаторії (вивід курчат), батарейний корпус курчат (вік від 1 до 30 днів); цех вирощування ремонтного молодняку курей яєчного напрямку (вік від 31 до 120 днів); цех вирощування бройлерів (віком до 45 днів); яйцесклад (сортування й упакування товарного яйця); птахозабійний цех (забій і глибока переробка м'яса птаха); ковбасний цех (виробництво ковбасних виробів і напівфабрикатів з м'яса птаха); цех з виготовлення яєчного порошку; цех з виготовлення м'ясокістного борошна;

АВМ з виробництва вітамінно-трав'яного борошна; автопарк (має 65 одиниць автомобільної техніки); машино-тракторний парк; будівельна бригада з ремонту

виробничих приміщень; енергетичне господарство (поточний ремонт електроустаткування й монтаж нового обладнання); мережа магазинів.

У 2020 р. на птахофабриці чисельність курей-несучок становила 221470 шт і була випущена така кількість продукції: м'ясні напівфабрикати – 14,831 т; яечний порошок – 26,880 т; ковбаса – 39,350 т.

СТОВ «Старинська птахофабрика» також належать Осільгоспугіддя загальною площею 284 га, у тому числі 267 га ріллі, інше 17 га, разом 322 га.

Навесні проводиться сівба зернових культур і однолітніх трав. Після сходів і до збирання врожаю, якщо того вимагають умови, здійснюється догляд за посівами, збирання й транспортування культур є парк автотранспортної й спеціальної техніки: трактори, екскаватори, автомашини, комбайн.

Підприємство виробляє великий асортимент готових виробів і напівфабрикатів з м'яса птиці (ковбаси, сосиски, сардельки, паштети, хліби курячі, рулети, тушки копчені, пельмені, субпродукти та інше) а також яйце куряче.

Потужності птахофабрики спочатку розраховані на виробництво 81 млн. шт. товарного яйця. Крім цього в господарстві є цех вирощування бройлерів (86 тис. птахомісць).

Виробничі потужності цеху вирощування бройлерів розраховано на виробництво 1000-1100 т. м'яса в живій вазі.

Устаткування кормоскладу, де корми доводять до потрібного рецепту для кожного виду й віку птаха давно застаріло, і вимагає реконструкції. Відсутність вагового господарства, замір різних компонентів лопатою приводить до помилки у вазі до 1 т на 4 т кормів, що виключає точність рецепта на 30 %.

Фізичний стан кормоскладу таке, що може призвести до повного виходу його з ладу.

Племінне й товарне яйце збирається на яйцескладі, де воно сортується й відправляється за призначенням. Сортування проводиться вручну.

Є маркувальний принтер (продуктивність до 20 тис. шт. яєць за годину).

Місткість яйцескладу до 1,5 млн. шт. яєць.

Забій птаха здійснюється в забійному цеху. Продуктивність – 6,5 тис. голів дорослих курей і 9 тис. голів бройлерів у зміну

Після забою м'ясо зберігається в холодильних камерах. Місткість холодильника до 1000 т м'яса.

У господарстві працює ковбасний цех. Продукція ковбасного цеху – копчені та варено-копчені ковбаси, сосиски, сардельки, рулети, пельмені, копчені курчата й крила, фарш, котлети, тефтельки, шніцелі, стегенця, філе, супові набори й ін. продукція. Усього до 100 т продукції за рік.

Цех із сушіння яєчного порошку виробив у 2017 р. 46,5 т яєчного порошку.

Цех технічних фабрикатів переробляє відходи від забою птаха, відходи інкубації, яєчну шкарлупу тощо.. Вироблено 156,4 т борошна, яке йде на корм птахів.

Вироблено 869 т трав'яного борошна (гранули) на агрегаті АВМ (агрегат з виготовлення вітамінно-трав'яного борошна).

Автопарк господарства нараховує 64 одиниці, у т. ч. 48 вантажних автомашин, автобус, легкові, спеціальні машини.

Машинно-тракторний парк нараховує 27 одиниць техніки та сільгоспзнаряддя.

У господарстві працюють зоо – і ветлабораторії.

До обслуговуючих підрозділів відносяться: електроцех; ремонтна майстерня; котельні; компресорна; будівельний цех; їдальні.

Для реалізації продукції відкрита мережа фірмових магазинів (12 шт.) і ларьків (3 шт.) у районах області й за її межами.

Усього на підприємстві працює 580 чол. Середній вік 39 років.

Основні показники виробничо-господарської діяльності

птахофабрики

Показники	Одиниця вимірювання	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.
Середньорічне поголів'я птахів, усього	тис. гол.	464	428	391	392
у т.ч. дорослих курей	тис. гол.	284	271	224	242
Півнів	тис. гол.	1	1	1	1
Молодняку яєчної породи	тис. гол.	177	158	124	130
Бройлерів	тис. гол.	82	28	42	45
Валове виробництво яєць	тис. шт.	77503	72628	59740	60780
Яйценосність на 1 курку-несучку	шт.	272,9	268	266,7	269
Витрати кормів на 1 тис. шт. яєць	кг	137	140	142	140,5
Валовий приріст молодняку яєчних порід	тис. шт.	505	428	296	306
Валовий приріст бройлерів	кг	10378	3612	5740	5850
Добовий приріст бройлерів	г	34,8	35,8	37,8	38,2
Реалізація яєць	тис. шт.	76163	70974	58369	59852
Виробництво м'яса птахів в живій вазі	ц	16748	8894	9692	9871
Реалізація м'яса птахів у живій вазі	ц	16339	9748	8940	9235

1.2 Стан електрифікації об'єкта проектування

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

Птахофабрика отримує живлення високовольтною повітряною лінією напругою 10 кВ від Бориспільського РЕМ. За кліматичними умовами експлуатації повітряних електричних ліній Рокитянський район відноситься за вітром до II зони з товщиною ожеледи на стінках проводів до 10 міліметрів.

Живлення птахофабрики здійснюється від двох трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ потужністю 250 кВа, а живлення підстанції виконане від двох ліній.

Розподільні електричні мережі напругою 0,4 кВ двох типів: повітряні лінії на залізобетонних опорах і кабельні у підземних траншеях. Лінії електропередачі знаходяться в задовільному стані.

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

Для захисту повітряних ліній від небезпечних атмосферних перенапруг усі металоконструкції залізобетонних опор повітряних ліній напругою 0,4 кВ приєднані до нульового проводу електромережі.

Кабельні мережі напругою 0,4 кВ на фабриці виконані кабелем АПВБ. Кабельні лінії прокладені в земельній траншеї на глибині 0,7 м на м'якій піщаній подушці. Зверху траншея перекрита захисним покриттям з бетонних плит.

Силова розподільна електрична мережа виконана кабелем АВРГ, прокладеного відкрито із кріпленням на стінах, а також із проводів марки АПВ у металорукавах і в сталевих тонкостінних трубах, прокладених по стінах, і конструкціям у жолобах.

На птахофабриці є велика кількість електросилового обладнання, зокрема 325 електродвигунів, а загальна електроозброєність праці на птахофабриці становить 27030 кВт·год/люди.

Потужності електродвигунів і їх кількість на птахофабриці

Потужність, кВт	Кількість, шт
0,6	36
2,5	114
4,5	97
10	33
Більше 13	48

У технології вирощування й утримання курей на птахофабриках основні найбільш трудомісткі операції підлягають електрифікації й автоматизації. У першу чергу до таких операцій відносяться: підтримка заданих параметрів мікроклімату й освітлення, процеси кормоприготування та роздавання кормів, збір яєць.

На птахофабриці працює 8 електриків під керівництвом головного енергетика і провідного інженера-електрика.

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПТАШНИКУ

2.1 Технологічний процес на птахофабриці

Технологічний процес птахофабрики забезпечує виробництво яєць і дієтичного курячого м'яса, а для підтримки високої продуктивності курей необхідно постійно інкубувати і вирощувати курей-несучок для відновлення продуктивного поголів'я. Кури найбільше яєць несуть у перший рік, на другий рік на 20-25 % менше, а на третій на 30-35 % менше, ніж у перший рік, тому на птахофабриках курей-несучок змінюють щороку.

Технологічний процес на птахофабриці може бути повним (із закінченим замкненим циклом), коли в одному господарстві одержують інкубаційні яйця, виводять молодняк, вирощують його й виробляють харчове яйце або м'ясо птиці й неповним, при якому в господарстві здійснюється тільки частина перерахованих робіт. Незакінчений цикл застосовують на більшості птахоферм господарств, які молодняк завозять із інкубаторних станцій, а вирощену птицю здають на птахокомбінат у живому виді. На великих птахофабриках замкнений цикл виробництва. Ці господарства мають свої маточні ферми для одержання інкубаційних яєць, інкубаторій, приміщення для вирощування молодняку, пташники для утримання промислової череди-несучок, забойний цех і цех переробки відходів виробництва.

Для рівномірності одержання яєчної продукції на великих птахофабриках процес відновлення поголів'я курей-несучок здійснюють поступово, партіями.

Рекомендована кількість ремонтного молодняку, кількість партій та їх розміри за рік наведені в таблиці 2.1.

Для відтворення промислової череди-несучок інкубаційні яйця одержують від маточної череди курей протягом усього року, які становлять 10-12 % поголів'я курей промислової череди.

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.	135	200	500
2	Необхідний розмір партії 140-денного ремонтного молодняку, тис. гол.	9,0	15,3	67,5
3	Кількість партій у рік	15	18	22
4	Необхідна кількість птахомісць для ремонтного молодняку, тис. гол.	98,5	193	473
5	Схоронність ремонтного молодняку промислової череди	96	96	96
6	Розмір партії добових курочок, тис. гол.	12,6	21,4	43
7	Виводимість курчат, %	80	80	80
8	Необхідний валовий збір яєць для інкубації, тис. шт.	48	80	152
9	Середнє поголів'я курей батьківської череди, тис. гол.	12,5	25	65

2.2 Вибір технологічного обладнання

2.2.1 Вибір кліткових батарей для утримання птиці

Кліткове утримання – найпоширеніший вид утримання птахів в промисловому птахівництві. Промисловість випускає безліч комплектів обладнання з різними типами кліткових батарей, у яких значною мірою механізовані й автоматизовані основні виробничі процеси: кормороздавання, збору яєць і видалення посліду.

Комплект устаткування КОН.00-000 був низької якості й часто виходив з ладу, збір яєць часто доводилося проводити вручну, тому що система транспортерів була недосконалою, що часто приводило до бою яєць.

Досконалішими є кліткові батареї ВАТ «ВІАСМ», причому комплект обладнання для механізації технологічних операцій утримання курей-несучок у цього виготовлювача значно вищої якості, а кількість птахомісць вдалося збільшити в цьому приміщенні до 38412 голів при комплекті, що складається із КВИ-3Н – 2 шт. і КВИ-4Н – 4 шт.

Згідно з нормами-рекомендаціям Птахопрому [1] при потужності продуктивної череди в 350 тис. курей-несучок необхідно мати 15 пташників по 20 – 30 тис. птахомісць. Звідки випливає, що на проєктованій птахофабриці досить мати п'ятнадцять пташників, обладнаних комплектами встаткування КВИ-3Н, КВИ-4Н.

Потреба ремонтного молодняку при цій потужності становить 469 тис. голів. Для утримання ремонтного молодняку від 1 до 140 днів вибираємо комплект устаткування КВИ-4Н, основу якого становить чотириярусна етажеркового типу кліткова батарея, яка призначена для утримання й вирощування 10860 голів молодняку курей-несучок. Отже, для задоволення потреби птахофабрики в молодняку курей необхідно мати чотири пташники 96x18 м, обладнаних комплектами КВИ-4Н.

У складі птахофабрики необхідно мати 1-2 пташники для вирощування від 31 до 80 денного віку й відгодівлі півників і вибракованих курочок, призначених на забій і одержання курячого м'яса.

Основними перевагами кліткових батарей КВИ-3Н та КВИ-4Н порівняно з клітковими батареями Птахопрому є:

1. Підвищення яйценосності курей за рахунок створення добре вентильованої конструкції із сітчастих панелей. Відсутність застійних зон у клітці.

2. Підвищення яйценосності курей за рахунок вільного доступу птаха до годівниць і поїдок, який забезпечується оптимальним співвідношення між шириною й глибиною клітки $900:475=1,9$ і збільшенням фронту годівлі до 82 мм на курку.

3. Зниження ушкодження яєць за рахунок напівнапруженої конструкції полика, який виконано із дроту 0,2 мм із ребрами жорсткості 0,6 мм і поперечними стрижнями 0,3 мм із обрамленням дротом 0,6 мм. Така конструкція запобігає прогинанню полика й збільшує його амортизаційну здатність. Кут

нахилу полиця 10° забезпечує безперешкодне скочування яєць рівномірно всією поверхнею похилого полиця. Для запобігання удару яєць об борт лотка яйцезбірника на лоток надівається іластмасовий кант.

4. Зниження забруднення яєць відходами життєдіяльності й часточками корму, а також ймовірності ушкодження яєць як лабетами курей, так і внаслідок прокльовування за рахунок обмежників, що мають спеціальний східчастий профіль.

5. Підвищення збереженості яєць (зниження насічок) за рахунок «плавного» перекидання яєць зі стрічок яйцезбірника в кошики елеватора й на стіл сортування. На деяких типах поперечних транспортерів яйцезбору виникає підвищена насічка в зоні скочування яйця на транспортер.

6. Забезпечення рівномірного й однорідного розподілення корму по всьому фронту годівлі клітинної батареї. Відсутність зависання корму в бункерах. Ємність бункерів забезпечує можливість дворазової годівлі за добу.

7. Зниження трудозатрат на монтаж на об'єкті за рахунок встановлення рам та інших вузлів у повній заводській готовності, а також консольної системи складання сітчастих виробів.

8. Підвищення ремонтпридатності за рахунок можливості здійснювати автономне знімання полиців, бічних і задніх стінок, дверцят у процесі експлуатації та своєчасної поставки запчастин.

9. Підвищення твердості, стійкості й довговічності конструкції за рахунок таких факторів:

- каркас клітинної частини сформовано з кутника $25 \times 25 \times 4$ мм;
- каркаси модулів привода й натягу виконані зі швелера №8 з покриттям термодифузійним цинком. Кутники-рейки для візка кормороздавача виготовлено з кутника $45 \times 45 \times 5$ мм.
- сітчасті панелі укладені в обрамлення із дроту діаметром 6 мм;
- навантаження із клітинної частини при роботі системи видалення посліду зняте, тому що модулі привода й натягування кріпляться до фундаменту болтами.

2.2.2 Роздавання кормів

У технологічному процесі утримання поголів'я курей найважливіше місце займає їх годівля. Оскільки мова йде про годівлю великої кількості птахів, що утримуються в одному пташнику, то для проведення кожної годівлі доводиться доставляти й розсипати по годівницях на різних рівнях сотні кілограм сипких кормів, що є важким трудомістким процесом [1,2].

Для механізації процесу роздавання сухих сипких кормів по годівницях птахів необхідно використовувати кормороздавач, який вибирається за необхідною продуктивністю. Згідно з науковими нормами утримання та годівлі курей добова потреба організму птахів у різноманітних кормах для створення передумов гарної яйценосності повинен бути не меншим 100 г, а склад раціону наведений у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Склад добового раціону годівлі курей [1, 2]

N	Найменування компоненту	Добова потреба в %	Добова потреба в г
1	Кукурудза	25	27,5
2	Пшениця	30	33,0
3	Ячмінь	20	22,0
4	Дріжджі гідролізні	7	7,7
5	Крейда	3,9	4,3
6	Черепашки	5,1	5,6
7	Сіль поварена	0,3	0,33
8	Кісткове борошно	2,7	2,97
9	Жир риб'ячий кормовий	0,4	0,44
10	Трав'яне борошно	5,6	6,16
	РАЗОМ:	100,0	110

Добова потреба в кормах для пташника, де перебуває 38412 птахів, становить:

$$G_{\text{доб}} = 0,11 \cdot 38412 = 4225 \text{ кг.}$$

Виходячи із цієї потреби для лінії механізованого кормороздавання кормів, вибираємо бункер зберігання кормів типу БСК – 10, похилый транспортер шнековий ТУУ-2 і шнековий транспортер ТУУ-2А. Керування з пульта ПУЦК.

Технічна характеристика транспортера ТУУ-2А

НУУ	Продуктивність, т/год	6.50	○○
	Встановлена потужність, кВт	1.10	
	Відстань транспортування, м	15	
	Діаметр шнеку, мм	100	
	Крок гвинта, мм	125	

НУУ	Частота обертання шнека, об/хв	296	○○
-----	--------------------------------	-----	----

Подача кормів від зовнішнього циліндричного бункера $V=14\text{ м}^3$ до бункерів кліткових батарей проводиться гнучким транспортером із плоскою спіраллю, що дозволяє при значному нахилі покрівлі встановлювати в пташнику різноярусні батареї. Застосування двопотокової системи роздавання кормів суттєво знижує час роздавання корму по батареях. На вимогу замовника може бути поставлений бункер типу БСК-10 із похилим транспортером ТУУ-2Н та шнековим транспортером ТУУ-2А. Керування системою кормороздавання проводиться з пульта ПУЦК.

Система годівлі, яка містить двосторонній бункерний кормороздавач на кожний ярус, лотки-подівниці, установлені із двох сторін на кожному ярусі та електричний привод, забезпечує рівномірний і однорідний розподіл корму по всьому фронту годівлі кліткової батареї. Конструкція бункерів виключає зависання кормів. При завантаженні кормороздавача й роздавання корму просипання корму не відбувається. Кормороздавач приводиться в дію від мотора-редуктора потужністю 0,55 кВт. Пуск проводиться з пульта керування кормороздаванням (ПКР), розташованого на модулі натягу батареї.

2.2.3 Поїння курей

Поїння птахів – один з найважливіших елементів підтримання нормальної життєдіяльності організму курей. Система поїння складається з ніпельних поїлок, зрівняльних бачків і трубопроводів.

Система поїння реалізована на базі поліпропіленових прямокутних труб 23x23 мм (товщина стінки 3 мм), оснащених ніпельними поїлками. Система комплектується також зрівняльними бачками для регулювання тиску в основному трубопроводі, сполучними трубами й арматурами. Кожна клітка

оснащується двома ніпельними поїлками, встановленими на трубопроводі, розміщеному по центру батареї. Система оснащена краплеуловлювачем жодобчатої форми, розташованим під трубопроводом з поїлками уздовж усієї довжини кліток, зі зливальною трубою для скидання промивної води в каналізацію.

2.3.4 Прибирання посліду

Операція прибирання посліду одна із самих трудомістких і неприємних, тому повинна виконуватися тільки механізованим методом без особистої участі персоналу пташника. З цією метою розроблені спеціальні механізовані установки.

Механізм прибирання посліду складається з канатно-скребкової установки, розташованої в кожній клітковій батареї, та збірного горизонтального скребкового транспортера, що забирає послід із приміщення.

Скребкова установка, яка входить до складу комплекту КВИ-4Н, призначена для очищення коробів чотирьох ярусів батареї від курячого посліду.

Головними робочими органами канатно-скребкових установок є скребки, що закладаються по одному або по кілька на один ярус у міжярусний простір. Скребки з'єднуються тросом у вигляді замкнутого контуру і приводяться в рух від електропривода.

При переміщенні візка вперед послід скребком переміщується коробом і скидається в приймач-бункер горизонтального транспортера НКЦ-7-12-02. Похилий транспортер видаляє гній із приміщення.

Список основного технологічного обладнання пташника наведено в таблиці 2.3 [3].

Таблиця 2.3

Основне технологічне обладнання пташника

№ з/п	Найменування обладнання	Марка, тип	Кількість, шт.	Продуктивність	Потужність двигуна, кВт	Загальна потужність двигунів, кВт
1	Бункер сухих кормів	БСК-10	1	4 т	0,55	0,55
2	Транспортер роздачі кормів від загального бункера до кліткових бункерів	ТУУ-2А	1	6,5 т/год	1,5	1,5
3	Комплект КВИ-4Н:					
3.1	Триярусна кліткова батарея	КВИ-3Н	2		--	--
3.2	Чотириярусна кліткова батарея	КВИ-4Н	4		--	--
4	Кормороздавач		6		0,55	3,3
5	Транспортер скребковий для прибирання посліду	НКЦ-7-12-02	1		4,0	4
6	Транспортер збору яєць	ТСЯ-20	1	20 тис/год	0,55	0,55
7	Машина яйцесортувальна	МСЯ-1М	1	20 тис/год	0,25	0,25
8	Теплогенератор	ГТГ-1,5А	1		4,55	4,55
9	Вентилятор	ВО-Ф-7,1А	20		0,37	7,4
	Всього					22,1

2.3 Водопостачання птахоферми

На території птахоферми необхідно передбачити технологічне та пожежне водопостачання із подачею води до місця гасіння пожеж з гідрантів, встановлених на водопровідній мережі.

Максимальну годинну витрату води одним пташником визначають за формулою [4]:

$$Q_{\max} = qnK_{\text{доб}}K_{\text{год}}/24, \quad (2.1)$$

де q – норма водопостачання одному птаху, л, $q = 0,46$ л;
 n – кількість птахів у пташнику; $n = 38412$ гол.;

$K_{доб}$ – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання;
 $K_{доб} = 1,3$;
 $K_{год}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання;
 $K_{год} = 2,5$;

$$Q_{max} = 0,46 \cdot 38412 \cdot 1,3 \cdot 2,5 / 24 = 2,39 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для водопостачання при поїнті птахів у 15 пташниках у годинний максимум буде необхідно води:

$$Q_{max} = 2,39 \cdot 15 = 35,9 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Максимальні секундні витрати води $Q_{сек.макс.}$, $\text{м}^3/\text{с}$ визначають за формулою

[4]:

$$Q_{сек.макс.} = \frac{Q_{год.макс.}}{3600} = \frac{35,9}{3600} = 0,01 \text{ м}^3/\text{с}$$

Система водопостачання повинна мати напірний резервуар для забезпечення надійного, економічно вигідного і рівномірного режиму роботи насоса із постійною подачею та постійним напором, яким є бак водонапірної башти.

Розрахунковий об'єм бака водонапірної башти $V_{б.р.}$, м^3 визначають за формулою [4]:

$$V_{б.р.} = V_{рег.} + V_{пож.} + V_{ав}, \quad (2.2)$$

де $V_{рег.}$ – регульований запас води у баці водонапірної башти, м^3 ;

$V_{пож.}$ – протипожежний запас води, м^3 ;

$V_{ав}$ – аварійний запас води, м^3 .

Регульований об'єм води, м^3 орієнтовно визначають за формулою:

$$V_{рег.} = \frac{Q_{доб.ср.} \cdot \alpha_{доб.} \cdot \alpha_{год.}}{n} \cdot 0,01, \quad (2.3)$$

де n – частота вмикань насоса за 1 год (до 6), приймаємо $n = 4$.

Тоді

$$V_{рег.} = \frac{2,65 \cdot 1,3 \cdot 2,5}{4} \cdot 0,01 = 2,15 \text{ м}^3.$$

Протипожежний запас води, м^3 визначають за формулою [3]:

$$V_{пож.} = 3,6 \cdot Q_{пож.} \cdot n_{пож.} \cdot t_{пож.}, \quad (2.4)$$

де $Q_{пож.}$ – витрата води на гасіння однієї пожежі, $Q_{пож.} = 10 \text{ л/с}$;

$n_{пож.}$ – розрахункова кількість пожеж, $n_{пож.} = 1$;

Тоді $t_{\text{пож.}} = 1/6 \text{ год.}$
 $V_{\text{пож.}} = 3,6 \cdot 10 \cdot \frac{1}{6} = 6 \text{ м}^3$

Аварійний запас води, м^3 визначають за формулою:

Тоді $V_{AB} = Q_{\text{год.мех.}} \cdot t_{AB}$, (2.5)
 де t_{AB} – час, необхідний для усунення можливої аварії, приймаємо $t_{AB} = 1 \text{ год}$
 $V_{AB} = 35,9 \cdot 1 = 35,9 \text{ м}^3$.

Розрахунковий об'єм бака водонапірної башти:

Тоді $V_{\text{б.р.}} = 2,15 + 6 + 35,9 = 44,05 \text{ м}^3$.
 Розрахункова витрата води від башти до птахофабрики

де $Q_{\text{в}}$ – максимальне секундне споживання води для даної ділянки водопроводу $\text{м}^3/\text{с}$;

Тоді розрахункова витрата води:
 $Q_{\text{р}} = 10 + 15 = 25 \text{ л/с}$.

За розрахунковою витратою води вибираємо трубу діаметром $d = 200 \text{ мм}$,

швидкість води в трубі $v = 1,0 \text{ м/с}$.

Втрати напору на переборення тертя вздовж трубопроводу знаходять за формулою [4]:

$$h_{\text{т}} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (2.7)$$

де λ – коефіцієнт гідравлічного опору, $\lambda = 0,024$;

l – довжина труби, $l = 800 \text{ м}$;

d – діаметр труби, $d = 0,2 \text{ м}$;

v – швидкість руху води в трубі, $v = 1,0 \text{ м/с}$;

g – прискорення вільного падіння.

Тоді $h_{\text{т}} = 0,024 \cdot \frac{800}{0,2} \cdot \frac{1,0^2}{2 \cdot 9,81} = 4,89 \text{ м}$.

Втрати напору в місцевих опорах приймають приблизно рівними 5 % від втрат по довжині труби, тобто

$$h_M = 0,05 \cdot 4,89 = 0,24 \text{ м.}$$

Сумарні втрати напору:

$$h = h_T + h_M = 0,24 + 4,89 = 5,13 \text{ м.}$$

Розрахункову висоту водонапірної башти $H_{б.р.}$, м, визначають за формулою [4]:

$$H_{б.р.} = H_B + h + (Z_d - Z_б) \quad (2.8)$$

де H_B – необхідний вільний напір вихідного струменя в точці розрахункового водозабору, м; $H_B = 10$ м;

h – втрати напору у водопроводі від баку водонапірної башти до диктуючої точки, $h = 5,13$ м;

Z_d ; $Z_б$ – геодезичні відмітки землі відповідно біля диктуючої точки та підніжжя башти, $Z_d = 3$ м, $Z_б = 4$ м.

$$H_{б.р.} = 10 + 5,13 + (3 - 4) = 14,13 \text{ м.}$$

За розрахунковою висотою башти $H_{б.р.}$ та розрахунковим об'ємом бака $V_{б.р.}$ вибираємо сталеву водонапірну башту БР – 50 [5]:

Ємкість бака $V_б = 50 \text{ м}^3$.

Висота ствола $H_б = 18$ м.

Діаметр бака $D_б = 3$ м.

Діаметр ствола $D_с = 2,0$ м.

В баці з плоским дном висота рівня води:

$$H_{б.к.} = \frac{V_{б.р.}}{S}, \quad (2.9)$$

$$H_{б.к.} = \frac{V_{б.р.} \cdot 4}{\pi \cdot D_б^2} = \frac{44,05 \cdot 4}{3,14 \cdot 3^2} = 6,23 \text{ м.}$$

Розрахунковий діаметр нагнітальної труби визначають за формулою:

$$d_p = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\max \text{ сах}}}{g_{\text{рек}}}}, \quad (2.10)$$

де $v_{\text{рек}}$ – рекомендована СНиП швидкість руху води в трубі, $v_{\text{рек}} = 1,0$ м/с.

Вибираємо трубу діаметром $d = 150$ мм.

Визначають швидкість руху води в трубі за формулою:

$$g = \frac{4 \cdot Q_{\text{max.сек.}}}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,01}{3,14 \cdot 0,15^2} = 0,57 \text{ м/с.}$$

Тоді втрати напору по довжині труби:

$$h_T = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{g^2}{2 \cdot g} \quad (2.11)$$

$$h_T = 0,024 \cdot \frac{100}{0,05} \cdot \frac{0,57^2}{2 \cdot 9,81} = 0,79 \text{ м,}$$

а втрати напору в місцевих з'єднаннях:

$$h_M = \xi \cdot \frac{g^2}{2 \cdot g} \quad (2.12)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору. На трубі встановлено дві засувки з $\xi = 0,1$, та зворотній клапан з $\xi = 10$. Труба має два плавних повороти під прямим кутом:

де $\frac{d}{R} = 0,4$, $\xi_{90^\circ} = 0,14$.

$$h_M = 0,1 \cdot 2 \cdot \frac{0,57^2}{2 \cdot 9,81} + 10 \cdot \frac{0,57^2}{2 \cdot 9,81} + 2 \cdot 0,14 \cdot \frac{0,57^2}{2 \cdot 9,81} = 0,18 \text{ м.}$$

Розрахунковий напір насоса визначають за формулою:

де $(Z_6 - Z_B)$ – різниця геодезичних відміток землі біля водонапірної бапти і мінімального рівня води в джерелі, $Z_6 - Z_B = 35$ м.

Тоді

$$H_p = 35 + 18 + 6,23 + 0,79 + 0,18 = 60,2 \text{ м.}$$

За розрахунковим напором $H_p = 60,2$ м та максимальними годинними витратами води $Q_{\text{max.год.}} = 35,9$ м³/год вибираємо заглибний насос 2ЭЦВ 10 – 63 – 65 з номінальною подачею $Q_{\text{нас}} = 63$ м³/год та напором $H_{\text{нас}} = 65$ м [5].

Потужність електродвигуна для привода насоса визначають за формулою:

де K_3 – коефіцієнт запасу по потужності, $K_3 = 1,2$.

$$P = \frac{K_3 \cdot \rho \cdot g \cdot H_n \cdot Q_n \cdot 10^{-3}}{\eta_n \cdot \eta_{\text{дв}}}, \text{ кВт} \quad (2.14)$$

ρ – густина рідини, що подається, кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

η_n – ККД насоса, $\eta_n = 0,7$;

$\eta_{п}$ – ККД передачі, $\eta_{п} = 1,0$.

$$P = \frac{63 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 65 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot 0,7 \cdot 1,0} = 19,1 \text{ кВт.}$$

Для привода насоса вибираємо електродвигун 2ПЭДВ – 22-219 з потужністю 22 кВт, частотою обертання 2900 об/хв та номінальним струмом $I_n = 48,4$ А [5].

Вибираємо комплектний пристрій “Каскад”, який забезпечує місцеве, автоматичне і дистанційне керування та захист заглибних насосних агрегатів. Для керування вибраним електронасосним агрегатом застосовується комплектний пристрій “Каскад” 22-0-У2 з ящиком керування типу ЯД5102-3Д7Б1У2 з номінальним струмом силового кола $I_n = 48$ А [6].

2.4 Розрахунок вентиляції і опалення

Вихідними даними для вибору типу й необхідної кількості вентиляторів є L_v – годинна витрата повітря, м³/год; H_p – розрахунковий напір вентилятора, Па.

Внаслідок того, що в результаті життєдіяльності птахів у приміщенні пташника накопичується велика кількість надлишкової вологи, вуглекислоти й надлишкового тепла (у теплу пору року), і всі ці шкідливості можна вилучити із приміщення тільки за допомогою вентиляційної системи, тому годинну норму потреби повітря на вентиляцію приміщення необхідно визначати для кожної шкідливості окремо, а отримані результати порівняти і для подальшого проектування вибрати найбільше значення.

Розрахунок вентиляційного повітря, необхідного для видалення надлишкової вологи, виконується за формулою [4]:

$$L_{вл} = \frac{K_1 w_{nm} n K_w}{d_v \varphi_v - d_z \varphi_z}, \quad (2.15)$$

де K_1 – коефіцієнт, який враховує випаровування вологи з підлоги, листів, полиць, $K_1 = 1,14$;

K_w – коефіцієнт вологовидалення при t_v ; оскільки $t_v = 16^\circ\text{C}$, то $= 1$;

$w_{пт}$ – кількість вологи, яку виділяє один птах за годину; $w_{пт} = 5,1$ г/с при $t_6 = 16$ °C;

n – число курей у приміщенні, $n = 51216$ шт.;

d_6, d_n – вологовміст повітря усередині пташника та на вулиці при розрахункових температурах $t_6 = 16$ °C, $t_n = -20$ °C (у зимовий час) і $t_6 = 10$ °C

(осінній). Вологість усередині пташника дорівнює 70 %; на вулиці 30 %; $d_{16\text{ °C}} = 13,6$ г/м³; $d_{-20\text{ °C}} = 0,88$ г/м³

$$L_{\text{вл}} = \frac{1,14 \cdot 5,1 \cdot 38412 \cdot 1}{0,75 \cdot 13,6 - 0,88 \cdot 0,3} = 22332,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрата повітря для видалення надлишкової вуглекислоти, яка виділяється організмом птахів, визначається за формулою [4]:

$$L_{\text{вк}} = \frac{K_{\text{CO}_2} m_{пт} n}{C_2 - C_1}, \quad (2.16)$$

де K_{CO_2} – коефіцієнт, враховуючий виділення вуглекислоти на листах, підлогою та інших місцях [4]; $K_{\text{CO}_2} = 1,2$;

$m_{пт}$ – кількість вуглекислоти, яка виділяється одним птахом;

C_2 – допустимі концентрації у повітрі пташника

$C_2 = 0,25$ %; на вулиці $C_1 = 0,03$ %.

$$L_{\text{вк}} = \frac{1,2 \cdot 1,54 \cdot 1,7 \cdot 38412}{0,0025 - 0,0003} = 54852,3 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кількість вентиляторного повітря при для видалення надлишкового тепла із пташника в літню пору ($t_6 = 30$ °C) визначається за формулою [4]:

$$L_{\text{т}} = \frac{(q_{пт} m - Q_{\text{ор}})(1 + \alpha_m \theta_6)}{C(\theta_6 - \theta_3)}, \quad (2.17)$$

де $q_{пт}$ – тепловиділення одного птаха, $q_{пт} = 28,5$ кДж/год.

α_m – коефіцієнт розширення повітря при підвищенні температури на 1° C; $K = 0,003666$;

θ_6, θ_3 – температура в літню пору, $\theta_6 = 30$ °C, $\theta_3 = 24$ °C.

Втрати теплоти через зовнішні огорожі визначають за формулою:

$$Q_{\text{ор}} = q_0 V (\theta_6 - \theta_3), \quad (2.18)$$

де q_0 – теплова характеристика приміщення, $q_0 = 2,1$ кДж/м³: V – об'єм приміщення, $V = 5184$ м³.

$$Q_{\text{отр}} = 2,1 \cdot 5184 / (30 - 24) = 65318 \text{ кДж.}$$

$$L_r = \frac{(28,5 \cdot 38412 - 65318)(1 + 0,003666 \cdot 30)}{1(30 - 24)} = 190443 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

За розрахункову витрату вентиляційного повітря приймаємо 184000 м³/год, виходячи з необхідної кількості повітря з видалення надлишкового тепла із плашника в літню пору. При виборі вентилятора для притокво-витяжної системи необхідно мати увазі, що кури бояться протягів, тобто подача вентиляційного повітря повинна здійснюватися з малими швидкостями та з невеликим напором. Приймаємо швидкість повітря $v = 4$ м/с.

Як показує практика, для створення оптимального повітряного режиму в плашниках необхідно мати низьконапірні осьові вентилятори із плавним регулюванням швидкості обертання напором, що дозволяє раціонально використовувати вентилятори для регулювання мікроклімату при зміні внутрішньої та зовнішньої температури повітря. Тому для подачі вентиляційного повітря вибираємо 20 вентиляторів ВО-Ф-7,1А продуктивністю 10000 м³/год.

Визначимо необхідний тиск вентилятора при діаметрі трубопроводу діаметром 150 мм [7].

Динамічний напір визначається за формулою:

$$p_d = \rho v^2 / 2 (1 + f \theta_3), \quad (2.19)$$

де p_d – динамічний напір, v – швидкість повітря.

$$p_d = 1,29 \cdot 4^2 / 2 (1 + 1/273 \cdot 25) = 9,45 \text{ Па.}$$

Статичний напір

$$p_c = 2,0 \cdot 64,8 \cdot 41,924 / 1501,0494 (1/1 + f \theta_3) 0,825 = 9,0 \text{ Па,}$$

де p_c – статичний напір, v – швидкість повітря, D – 150 мм діаметр повітропроводу, l – довжина повітропроводу, $l = 64,8$ м.

Повний напір

$$p = 9,45 + 9,0 = 18,5 \text{ Па.}$$

Отже, для подальших розрахунків приймаємо:

1. У зимову пору року необхідна кількість вентиляційного повітря з урахуванням підсмоктування $K = 1,1$, яке підлягає підігріванню, становить [8]:

$$L_6=1,1L=1,1 \cdot 54852=60337 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2. У теплу пору року кількість вентиляційного повітря, яка необхідна для видалення надлишкового тепла із приміщення пташника, становить $L_6=184874 \text{ м}^3/\text{год.}$

Напір вентилятора при цьому $p=18,5 \text{ Па}$, швидкість повітря усередині повітропроводу 4 м/с , на виході в приміщенні $v_6=0,5 \text{ м/с.}$

Завданням вентиляційно - опалювальної системи є підтримка в приміщенні пташника температури $16 \text{ }^\circ\text{C}$ за вологості повітря $70 - 75 \%$, при температурі зовнішнього повітря $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ та вологості $w_3 = 30 \%$.

Кількість тепла, яка необхідна для обігрівання приміщення пташника в холодну пору року, визначається за рівнянням теплового балансу [7,8]:

$$Q_{нт} + Q_{оп} = Q_{огр} + Q_в + Q_{вип}, \quad (2.20)$$

звідки

$$Q_{оп} = Q_{огр} + Q_в + Q_{вип} - Q_{нт}, \quad (2.21)$$

де $Q_{оп}$ – тепло від опалювальної системи, кДж/год;

$Q_{огр}$ – тепло, що втрачається через огороження приміщення, кДж/год;

$Q_в$ – тепловтрати з вентиляційним повітрям, кДж/год;

$Q_{вип}$ – тепловтрати на випаровування вологи в приміщенні, кДж/год;

$Q_{нт}$ – тепло, яке виділяється організмами птахів, кДж/год.

Визначення тепловтрат через огороження приміщення виконується за формулою:

$$Q_{огр} = \sum K_i F_i (\theta_в - \theta_3) = (K_c F_c + K_{ст} F_{ст} + K_n F_n + K_в F_в) (\theta_в - \theta_3), \quad (2.22)$$

де K_c – коефіцієнт тепловтрат через стіни, $K_c=2,8 \text{ кДж/м}^2$;

F_c – площа стін, м^2 ; $F_c=2(96+18) \cdot 3,0=684 \text{ м}^2$;

$K_{ст}$ – коефіцієнт тепловтрат через стелю $K_{ст}=1,6 \text{ кДж/м}^2$;

$F_{ст}$ – площа стелі, м^2 ; $F_{ст}=96 \cdot 18=1728 \text{ м}^2$;

K_n – коефіцієнт тепловтрат через підлогу, $K_n=0,8 \text{ кДж/м}^2$;

F_n – площа підлоги, м^2 ;

$K_в$ – коефіцієнт тепловтрат через ворота, двері, вікна, $K_в=8,4 \text{ кДж/м}^2$;

$F_в$ – площа воріт, м^2 $F_в=5 \cdot 3=15 \text{ м}^2$; вікон немає.

Тоді

$$Q_{\text{вент}} = (2,8 \cdot 2(96+18) + 3,0 + 1,6 \cdot 96 \cdot 18 + 0,8 \cdot 96 \cdot 18 + 8,4 \cdot 3 \cdot 5)(16+20) = 802000 \text{ кДж/год.}$$

Визначення тепловтрат на підгрівання вентиляційного повітря визначається за формулою:

$$Q_{\text{в}} = L_{\text{в}} c \gamma (\theta_{\text{в}} - \theta_{\text{з}}), \quad (2.23)$$

де $L_{\text{в}}$ – об'єм вентиляційного повітря в холодну пору року

c – теплоємність повітря, $c = 1 \text{ кДж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$;

γ – густина повітря, кг/м^3 ; $\gamma = 1,22 \text{ кг/м}^3$

$$Q_{\text{в}} = 60337 \cdot 1 \cdot 1,22 (16 - (-9)) = 1840279 \text{ кДж/год.}$$

Визначення тепловтрат на випаровування вологи виконується за

формулою:

$$Q_{\text{вип}} = K_{\text{в}} W_{\text{пт}} n r, \quad (2.24)$$

де $W_{\text{пт}}$ – кількість вологи, яка виділяється організмом одного птаха, $W_{\text{пт}} = 5,1 \text{ г/год}$;

n – кількість курей у приміщенні, $n = 38412 \text{ шт.}$;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, який враховує випаровування вологи на стінах, годівниць листів, поїлок $K_{\text{в}} = 0,14$

r – питома теплота випаровування води, $r = 2260 \text{ кДж/кг}$.

$$Q_{\text{вип}} = 0,14 \cdot 5,1 \cdot 2260 \cdot 38412 \cdot 10^{-3} = 61983 \text{ кДж/год.}$$

Визначення кількості тепла, яке виділяється організмом птахів, проводиться за формулою [8]:

$$Q_{\text{пт}} = q_{\text{п}} m K_{\text{т}}, \quad (2.25)$$

де $q_{\text{п}}$ – кількість тепла, яке виділяється 1 кг живої маси птахів, $q_{\text{п}} = 28,5 \text{ кДж/год} \cdot \text{кг}$;

m – середня маса одного птаха, кг ; $m = 1,7 \text{ кг}$

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, який враховує зміну тепловиділення зі зміною температури (у літній період при $\theta = 30^{\circ}\text{C}$ $K_{\text{т}} = 0,87$).

Тепловиділення птаха в холодну пору року

$$Q_{\text{пт}} = 28,5 \cdot 1,7 \cdot 38412 = 1861000 \text{ кДж/год}$$

Тепловиділення в теплу пору року:

$$Q_{\text{пт}} = 28,5 \cdot 1,7 \cdot 38412 \cdot 0,87 = 1619000 \text{ кДж/год}$$

Визначення необхідної кількості тепла для обігрівання в зимову пору року пташника при температурі зовнішнього повітря -20°C виконується за допомогою теплового балансу:

$$Q_{on} = Q_{огр} + Q_{в} + Q_{вun} - Q_{тт} = 802000 + 61983 + 1840279 - 1861000 = 843262 \text{ кДж/год}$$

Теплова потужність опалювальної системи для підтримання в пташнику температури повітря $\theta_{в} = 16^{\circ}\text{C}$ при вологості 75 % і температурі зовнішнього повітря -20°C і вологості 30 %:

$$P_{on} = 843262 / 3600 = 234 \text{ кВт}$$

Найменші витрати засобів на експлуатацію, пристроїв та засобів керування системою забезпечення заданих параметрів мікроклімату в приміщенні досягаються, якщо системи вентиляції й опалення сполучити в єдиний комплекс.

Для опалення пташника вибираємо теплогенератор ПТГ-1,5А тепловою потужністю 175 кВт [5].

Для регенерації тепла з повітря, що відходить, у зимовий час в обладнанні додатково передбачено 2 утилізатора тепла типу РУФ - 12, продуктивність кожного по $18000 \text{ м}^3/\text{год}$, які дозволяють утилізувати до 50 % з тепла, що віддається із приміщення повітря й тим самим скоротити витрати тепла на опалення приміщення на 30 % (тобто 61,8 кВт) [1].

Внаслідок того, що в літню пору в зоні знаходження птахофабрики буває більшою спека й нижча вологість повітря, щоб забезпечити зволоження повітря, яке подається в приміщення пташника, до складу вентиляційного обладнання включено зволожуючий пристрій типу УВ-6 у кількості 2 шт, що забезпечують гарне розпилення в повітрі по $60 \times 2 = 120 \text{ кг/год}$ вологи [3].

У зоні сухого жаркого клімату в літню пору повітря необхідно не тільки зволожити, але й охолодити. Охолодження повітря також досягається розпиленням у повітрі вологи з наступним її випаровуванням. Випаровувальне охолодження повітря дозволяє просто й без значних витрат значною мірою розв'язати цю проблему.

2.5 Розрахунок електропривода вентилятора ВО-Ф-7,1А

Вибір електродвигуна для привода виконується, виходячи із встановленої потужності для виконання функцій привода та режиму роботи з урахуванням умов навколишнього середовища.

Необхідна потужність електродвигуна вентилятора визначається за формулою [5, 8]:

$$P = K_3 \frac{L_v P_v}{\eta_v \eta_n}, \quad (2.26)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу. $K_3 = 1,1-1,15$ (для осьових вентиляторів)

L_v – розрахункова продуктивність вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$, $L_v = 6500 \text{ м}^3/\text{год}$;

P_v – розрахунковий напір вентилятора, $P_v = 63 \text{ Па}$;

η_v – ККД вентилятора; $\eta_v = 0,67$;

η_n – ККД передачі; $\eta_n = 1,0$.

$$P = \frac{1,15 \cdot 10000 \cdot 63}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,67 \cdot 1} = 0,3 \text{ кВт.}$$

Виходячи із розрахункової потужності двигуна вентилятора та необхідної частоти обертання ($n = 940 \text{ об/хв}$) вибираємо двигун АИРП80-А6У2, потужністю $0,37 \text{ кВт}$ [5].

Технічна характеристика двигуна:

$$P_n = 0,37 \text{ кВт; } n = 900 \text{ об/хв; } I_n = 1,1 \text{ А; } \eta = 67,5 \%; \cos \varphi = 0,78; \frac{I_{\text{пуск}}}{I_n} = 4, \frac{M_{\text{пуск}}}{M_n} = 1,4, \frac{M_{\text{min}}}{M_n} = 1,6, \frac{M_{\text{max}}}{M_n} = 2.$$

Визначаємо час пуску двигуна графоаналітичним методом. Для цього будемо механічну характеристику електродвигуна і робочої машини.

Вентилятор працює в тривалому режимі. Механічна характеристика вентилятора є залежністю моменту статичних опорів, які він створює, від кутової швидкості приводного вала. Механічну характеристику вентилятора називають вентиляторною характеристикою:

$$M_c = M_0 - (M_{cn} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2, \quad (2.27)$$

де M_0 – початковий момент;

M_{cn} – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості;

ω, ω_n – задане і номінальне значення кутової швидкості.

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 900}{30} = 94,2, \text{ с}^{-1} \quad (2.28)$$

$$M_{cn} = \frac{P_n}{\omega_n} = 2,6 \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (2.29)$$

$$M_0 = 0,1 M_{сн} = 0,26 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.30)$$

Визначають момент статичних опорів вентилятора при різних значеннях кутової швидкості (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4

Розрахунок механічної характеристики вентилятора

$\omega, \text{с}^{-1}$	0	20	40	60	80	100
$M, \text{Н} \cdot \text{м}$	0,26	0,37	0,68	1,2	1,9	2,9

Механічна характеристика вентилятора наведена на рис. 2.1.

Механічну характеристику електродвигуна будемо за п'ятьма характерними точками:

- $S = 0, M = 0, \text{Н} \cdot \text{м}; \omega_c = 104,67 \text{с}^{-1}$;
- $S_H = (n_0 - n_H) / n_0$,

$$(2.31)$$

де n_0 – синхронна частота обертання, $n_0 = 1000$ об/хв;

n_H – номінальна частота обертання.

$$S_H = (1000 - 900) / 1000 = 0,1; \omega_H = 94,2 \text{с}^{-1};$$

$$M_H = 9550 P_H / n_H; \quad (2.32)$$

де P_H – номінальна потужність двигуна, $P_H = 0,37$ кВт;

$$M_H = 9550 \cdot 0,37 / 900 = 3,91 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3. Критичне ковзання.

$$S_k = \frac{S + \sqrt{S_i \cdot \frac{\mu_e - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{S_i \cdot \frac{\mu_e - 1}{\mu_1 - 1}}}, \quad (2.33)$$

$$\mu_1 = \mu_k / \mu_n = 1,43;$$

$$S_k = \frac{0,1 + \sqrt{0,1 \cdot \frac{2 - 1}{1,43 - 1}}}{1 + \sqrt{0,1 \cdot \frac{2 - 1}{1,43 - 1}}} = 0,39.$$

$$\omega_k = 63,4 \text{с}^{-1}.$$

Максимальний момент двигуна

$$M_k = \mu_k M_H; \quad (2.34)$$

$$M_k = 2 \cdot 3,91 = 7,82 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

4. Точка мінімального моменту

$$S_{\min} = 0,8; \omega_{\min} = 20,9 \text{ с}^{-1}; \mu_{\min} = 1,4;$$

$$M_{\min} = \mu_{\min} M_n; \quad (2.35)$$

$$M_{\min} = 1,4 \cdot 3,91 = 6,26 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

5. Пуск двигуна.

$$S_{\text{пуск}} = 1; \omega_{\text{пуск}} = 0 \text{ с}^{-1};$$

$$M_{\text{пуск}} = \mu_n M_n; \quad (2.36)$$

$$M_{\text{пуск}} = 1,4 \cdot 3,91 = 5,47 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

З урахуванням допустимого зниження моментів (M' на рис. 2.1):

$$1. S = 0; M' = 0 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$2. S_n = 0,1; M'_n = 3,91 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$3. S_k = 0,39; M'_k = 0,9 \cdot M_k; M'_k = 7,04 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$4. S_{\min} = 0,8; M'_{\min} = 0,8 \cdot M_{\min}; M'_{\min} = 5 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$5. S_{\text{пуск}} = 1; M'_{\text{пуск}} = 0,85 \cdot M_{\text{пуск}}; M'_{\text{пуск}} = 4,65 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

З урахуванням допустимого відхилення напруги -5% (M'' на рис. 2.1):

$$1. S = 0; M'' = 0 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$2. S_n = 0,1; M''_n = 0,9^2 \cdot M'_n; M''_n = 2,14 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$3. S_k = 0,39; M''_k = 0,9^2 \cdot M'_k; M''_k = 6,33 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$4. S_{\min} = 0,8; M''_{\min} = 0,9^2 \cdot M'_{\min}; M''_{\min} = 4,51 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$5. S_{\text{пуск}} = 1; M''_{\text{пуск}} = 0,9^2 \cdot M'_{\text{пуск}}; M''_{\text{пуск}} = 4,19 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

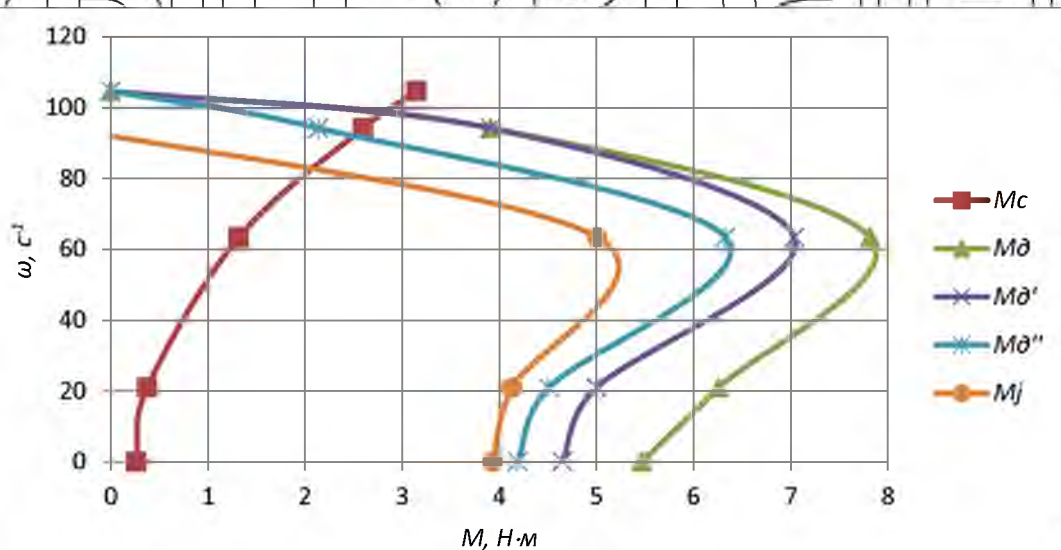


Рис. 2.1. Визначення часу пуску електродвигуна вентилятора

Час пуску двигуна визначають графоаналітичним методом [9]. Для цього знаходять значення динамічного моменту:

$$M_j = M_g'' - M_c \quad (2.37)$$

Характеристика динамічного моменту розділимо на 9 ділянок. Приріст часу на кожній ділянці визначають за формулою:

$$\Delta t_i = \frac{J \cdot \Delta \omega_i}{M_{jcp}}, \quad \alpha_i \quad (2.38)$$

де J – зведений момент інерції привода, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$\Delta \omega_i$ – приріст кутової швидкості, с^{-1} ;

M_{jcp} – середнє значення динамічного моменту на ділянці, $\text{Н} \cdot \text{м}$.

Зведений момент інерції електропривода визначають за формулою:

$$J = J_p + J_{pm}, \quad (2.39)$$

де J_p – момент інерції ротора;

J_{pm} – момент інерції вентилятора.

$$J = 0,0017 + 0,007 = 0,0087 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Розрахунок часу пуску двигуна

$\Delta \omega_i$	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$M_{дин.ср}$	4	4	4,2	4,4	4,7	5	4,8	3,8	1,5
Δt_i	0,022	0,022	0,021	0,02	0,019	0,017	0,018	0,023	0,058

Час пуску двигуна визначають за формулою:

$$t = \sum_{i=1}^9 \Delta t_i = 0,22 \text{ с.} \quad (2.40)$$

Перевищення температури двигуна під час пуску становить:

$$\tau = 8,0 \cdot 0,22 = 1,8^\circ\text{C}, \quad (2.41)$$

що менше допустимого значення (80°C).

2.6 Розрахунки електропривода гнєснрибирального транспортера НКЦ-7-12-02

Для видалення послїду із пташника вибраний скребковий транспортер НКЦ-7-12-02. Для вибору електродвигуна для цього транспортера необхідно здїйснити розрахунок потужностї електродвигуна. Транспортер НКЦ-7-12-02 складається з горизонтального і похилого транспортера. Горизонтальний транспортер перемїщує послїд по спеціальних каналах до похилого вивантажувального транспортера для вивезення в мїсця збору й знезаражування.

У процесї видалення послїду навантаження на електродвигун змїнюється. У момент вклучення горизонтального транспортера навантаження максимальне, при русї скребків і видалення послїду навантаження зменшується, тому що скидання послїду з коробїв батареї у мїру роботи стає усе менше й зовсїм припиняється.

Визначимо зусилля транспортерного ланцюга на холостому ходї, Н [8].

$$F_x = m_n g L_n, \quad (2.42)$$

де m_n - маса 1 метра ланцюга зі скребками; $m=8,7$ кг/м ;

L_n - довжина ланцюга, $L_n=28$ м,

g - прискорення вільного падіння, $g=9,81$ м/сек²;

f_m - коефіцієнт тертя, $f_m=0,5$.

$$F_x = 8,7 \cdot 9,81 \cdot 28 \cdot 0,5 = 1195 \text{ Н.}$$

Зусилля заклинювання ланцюга зі скребками від тертя послїду об дно каналу при його русї проводиться за формулою:

$$F_n = g m_n f_n, \quad (2.43)$$

де m_n - маса послїду, що видаляється за одне збирання, кг;

f_n - коефіцієнт тертя послїду об дно каналу, $f_n = 1,5$.

Маса послїду, що видаляється за одне збирання, визначається за формулою [8]:

$$m_n = n \cdot 4N, \quad (2.44)$$

де n - кількість курей у пташнику, $n = 38412$;

z - вихід посліду з одного птаха в добу, кг; приймаємо $z = 0,21$ кг [1,2];

4 - кількість прибирань посліду за добу;

N - кількість транспортерів для прибирання посліду, $N=3$.

$$m_n = 38412 \cdot 0,21 / (4 \cdot 3) = 672,2 \text{ кг}$$

Тоді

$$F_n = 9,81 \cdot 672,2 \cdot 1,5 = 9892 \text{ Н.}$$

Зусилля, затрачуване на подолання опору тертя посліду об бічні стінки каналу:

$$F_{\sigma} = f_m g m_n; \quad (2.45)$$

$$F_{\sigma} = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 672,2 = 3297 \text{ Н.}$$

Зусилля, що розвиваються, на подолання опору при заклинюванні посліду між скребками й стінками каналу.

$$F_{\sigma} = F_1 l/a, \quad (2.46)$$

де $F_1 = 15$ Н – зусилля, затрачуване на подолання опору заклинювання, що приходить на один скребок;

a - відстань між скребками, м; $a=1$ м.

$$F_{\sigma} = 15 \cdot 28 / 1 = 420 \text{ Н.}$$

Загальне максимальне зусилля, необхідне для переміщення посліду в каналі, коли завантажений увесь транспортер, буде:

$$F_{max} = F_x + F_n + F_{\sigma} + F_3 = 1195 + 9892 + 3297 + 420 = 14804 \text{ Н.}$$

Знаючи зусилля й швидкість руху скребоків транспортера, можна визначити величину необхідної потужності електродвигуна для привода транспортера за формулою:

$$P = \frac{\sum Fv}{10^3 \eta}; \quad (2.47)$$

де v – швидкість руху ланцюга $v = 0,19$ м/с;

η - ККД передачі; $\eta = 0,85$.

$$P = \frac{14804 \cdot 0,19}{10^3 \cdot 0,85} = 3,3 \text{ кВт}$$

Потужність двигуна на холостому ході визначається за формулою:

$$P = \frac{F_x v}{10^3 \eta} \quad (2.48)$$

$$P_x = \frac{1195 \cdot 0,19}{10^3 \cdot 0,85} = 0,267 \text{ кВт.}$$

Момент опору на валу електродвигуна при максимальному завантаженні транспортера буде

$$M_{\max} = \frac{F_{\max} v}{\omega \eta} \quad (2.49)$$

$$M_{\max} = \frac{14804 \cdot 0,19 \cdot 30}{3,14 \cdot 1400 \cdot 0,85} = 22,58 \text{ Нм.}$$

Момент опору на валу електродвигуна в момент зрушення транспортера:

$$M_0 = 1,2 \cdot M_{\max} = 1,2 \cdot 22,58 = 27,1 \text{ Нм}$$

Необхідний пусковий момент двигуна:

$$M_{\text{дв}} \geq \frac{M_0}{K_n \mu - 0,25} \quad (2.50)$$

$$M_{\text{дв}} \geq \frac{27,1}{0,8^2 \cdot 2 - 0,25} = 26,3 \text{ Нм.}$$

Тоді потужність електродвигуна

$$P_{\text{дв}} = 26,3 \cdot 146,53 = 3,85 \text{ кВт.}$$

З [5] для привода скребкового транспортера вибираємо електродвигун АИР100L4СУ2, $P_n = 4,0$ кВт, $n_n = 1410$ об/хв, $I_n = 8,5$ А, $\cos \varphi = 0,84$, $\eta = 0,85$; $K_i = 7,0$.

Електродвигуни інших механізмів розраховуємо аналогічно й результати розрахунків і вибору електродвигунів зводимо в таблицю 2.6.

2.7 Вибір апаратури керування і захисту

2.7.1 Вибір автоматичних вимикачів

Для електродвигунів транспортера для видалення посліду НКЦ-7-12-02 проведемо вибір пуско-захисної апаратури. Для привода транспортера застосований електродвигун АИР100L4СУ2, потужністю $P = 4,0$ кВт, номінальний струм двигуна $I_{\text{н.дв}} = 8,5$ А, кратність пускового струму $K_i = 7,0$.

Автоматичний вимикач вибирають за умовами.

НУБІП України

Таблиця 2.6

Робоча машина	Кількість двигунів	Потужність, кВт	Струм, А	Коефіцієнт розкиду струму	Повна марка електродвигуна
Бункер сухих кормів БСК-10	1	0,55	1,74	4,5	АИР71В6У2
Кормороздавач	6	0,55	1,69	5,0	АИР71А4У2
Завантажувальний транспортер ТУУ-2А	1	1,5	3,52	5,5	АИР80В4У2
Транспортер скребковий для посліду НКЦ-7-12-02	1	4,0	8,5	7,0	АИР100Л4СУ2
Транспортер збору яєць ТСЯ-20	1	0,55	1,74	4,5	АИР71В6У2
Машина яйцесортувальна МСЯ-1М	1	0,25	1,04	4,0	АИР63В6У2
Вентилятор ВО-Ф-7,1А	20	0,37	1,1	4,0	АИРП80А6У2
Теплогенератор ГТГ-1,5А	1	4,0	9,2	6,0	АИР112МВ6А2У2
		0,55	1,74	4,5	АИР71В6У2

4. $I_{\text{відс.}} \geq K_z K_{\text{ру}} K_{\text{рс}} K_i I_{\text{н.дв.}}$,
де K_z - коефіцієнт запасу, $K_z=1,1$; $K_{\text{ру}}$ - коефіцієнт, який враховує розкид уставки розчіплювача, $K_{\text{ру}}=1,25$; $K_{\text{рс}}$ - коефіцієнт, який враховує допустиме відхилення пускового струму двигуна, $K_{\text{рс}}=1,2$; K_i - кратність пускового струму двигуна.

Вибираємо автоматичний вимикач ВА2001-3Р-С-10А [9];

1. $U_{\text{авт.}} = 380 \text{ В}$, $U_{\text{мережі}} = 380 \text{ В}$;
2. $I_{\text{ном.авт.}} = 10 \text{ А}$, $I_{\text{ном.дв.}} = 8,5 \text{ А}$;
3. $I_{\text{ном.розч.}} = 10 \text{ А}$, $\Sigma I_{\text{ном.дв.}} = 8,5 \text{ А}$;
4. $I_{\text{відс.}} = 10 I_{\text{ном.розч.}} = 10 \cdot 16 = 160 \text{ А}$.

$160 \text{ А} > 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 7 \cdot 8,5 = 98 \text{ А}$ - умова перевірки виконується.

2.7.2 Вибір електромагнітного пускача

Електромагнітний пускач вибирають за умовами:

1. $U_{\text{ном.пуск.}} \geq U_{\text{мережі}}$;
2. $I_{\text{ном.пуск.}} \geq I_{\text{ном.дв.}}$;
3. за конструктивним виконанням;
4. за ступенем захисту;
5. за призначенням;
6. за наявністю, або відсутністю кнопок “пуск”, “стоп”, сигнальних ламп,
7. за напругою котушки і наявністю блок-контактів.

Для електродвигуна горизонтального транспортера ТСН-3,0Б вибираємо електромагнітний пускач ПМЛ – 1200 – 04Б [5]:

1. $U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$, $U_{\text{мережі}} = 380 \text{ В}$;
2. $I_{\text{ном.пуск.}} = 10 \text{ А}$, $I_{\text{ном.дв.}} = 8,5 \text{ А}$;

Пускач надходить у комплекті з тепловим реле і одним замикаючим блок-контактом.

$$U_{\text{кот.пуск.}} = 220 \text{ В.}$$

2.7.3. Вибір теплового реле

Теплове реле вибирають за умовами:

1. $U_{\text{т.р.}} \geq U_{\text{мережі}}$;
2. $I_{\text{т.р.н.}} \geq I_{\text{н.дв.}}$;
3. $I_{\text{уст.т.р.}} \geq I_{\text{н.дв.}}$.

Вибираємо теплове реле типу РТЛ – 1014-04:

1. $U_{\text{т.р.}} = 380 \text{ А}$;
2. $I_{\text{т.р.н.}} = 25 \text{ А}$;
3. $I_{\text{уст.т.р.}} = 7,0 \dots 10,0 \text{ А}$.

Для електродвигуна транспортера вибираємо електромагнітний пускач

ПМЛ – 1200 – 04Б з тепловим реле РТЛ – 1010-04 ($I_{\text{уст.т.р.}} = 3,8 \dots 6,0 \text{ А}$).

Вибрану апаратуру розміщуємо в ящику керування ЯАА5910 – 3274ТУЗ.

Для іншого технологічного обладнання апарати керування і захисту вибираються аналогічно (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7

Пускозахисна апаратура

Назва споживача	P_n , кВт	I_n , А	Тип автоматичного вимикача	I_n , А	Тип магнітного пускача	Тип теплового реле
Бункер сухих кормів БСК-10	0,55	1,74	ВА2001-3P-C-2A	2	ПМЛ-120004Б	РТЛ-1007-04
Кормороздавач	0,55	1,69	ВА2001-3P-C-2A	2	ПМЛ-120004Б	РТЛ-1007-04
Завантажувальний транспортер ТУУ-2А	1,5	3,52	ВА2001-3P-C-4A	4	ПМЛ-120004Б	РТЛ-1008-04
Транспортер скребковий для посліду НКЦ-7-12-02	4,0	8,5	ВА2001-3P-C-10A	10	ПМЛ-120004Б	РТЛ-1014-04
Транспортер збору яєць ТСЯ-20	0,55	1,74	ВА2001-3P-C-2A	2	ПМЛ-120004Б	РТЛ-1007-04
Машина відсортувальна МСЯ-1М	0,25	1,04	ВА2001-3P-C-2A	2	ПМЛ-120004Б	РТЛ-1007-04
Вентилятор ВО-Ф-7,1А	0,37	1,1	ВА2001-3P-C-2A	2	ПМЛ-120004Б	РТЛ-1014-04
Теплогенератор ГТГ-1,5А	4,0 0,55	9,2 1,74	ВА2001-3P-C-16A	16	ПМЛ-120004Б ПМЛ-120004Б	РТЛ-101404 РТЛ-100704

2.8 Розрахунок силової мережі

Вибір перерізу проводів та кабелів виконують за умовою нагрівання тривалим розрахунковим струмом і перевіряють за допустимою втратою напруги і за умовою відповідності перерізу проводу за механічною міцністю. Вибір марки і перерізу проводки виконують за умовою:

$$I_{\text{доп}} \geq K_o \sum I_n, \quad (2.51)$$

де $I_{\text{доп}}$ - тривало допустимий струм провідника, А;

K_o - коефіцієнт одночасності роботи приймачів;

I_n - номінальний (розрахунковий) струм приймача, А.

Виконаємо розрахунок силової електричної мережі для електродвигуна транспортера кормороздавальних ліній ТУУ-2А $I_n = 3,52$ А.

Попередньо вибираємо провід з алюмінієвими зажимами в полівінілхлоридної оболонці типу АВВГ перерізом $2,5 \text{ мм}^2$ з допустимим тривалим струмом 19 А.

Вибираємо кабель АВВГ довжиною 25 м перерізом $2,5 \text{ мм}^2$, що прокладається частково в трубі в підлозі, частково – по стіні.

Перевіряємо кабель на допустиму втрату напруги. Для внутрішніх провідок втрата напруги не повинна перевищувати 2,5 %. Втрата напруги визначається за формулою:

$$\Delta U = \frac{P_n \cdot l}{c \cdot S} \quad (2.52)$$

де ΔU – втрата напруги на ділянці мережі, %

l – довжина лінії, м

c – коефіцієнт, який залежить від матеріалу провода, напруги мережі, числа фаз, $c = 44$;

S – переріз вибраного кабелю, мм^2 ;

P_n – номінальна розрахункова потужність, кВт.

$$\Delta U = \frac{1,5 \cdot 25}{44 \cdot 2,5} = 0,34 \%$$

Вибраний кабель і за втратою напруги задовольняє умовам вибору. Аналогічно визначаємо переріз кабелів і провідів для підключення інших навантажень (таблиця 2.8).

2.9 Вибір розподільних пристроїв електросилової мережі

Для розподілу електричної енергії за різними лініями, захисту ліній від перевантажень і струмів короткого замикання в мережах трифазного струму напругою 380/220В використовують розподільні пристрої.

Таблиця 2.8

Вибір провідів і кабелів

Назва машини	Тип електродвигуна	I_n , А	Марка кабеля до машини	$I_{доп}$, А	S , мм ²	Марка кабеля до вводу в приміщення	$I_{доп.}$, А	S , мм ²
Бункер сухих кормів БСК-10	АІР71В6У2	1,74	АВВГ (4x2,5)	19	2,5	АВВГ (3x10Г10)	70	10
Кормороздавач	АІР71А4У2	1,69	АВВГ (4x2,5)	19	2,5			
Завантажувальний транспортер ТУУ-2А	АІР80В4У2	3,52	АВВГ (4x2,5)	19	2,5			
Транспортер скребковий для посліду НКЦ-7-12-02	АІР100Л4СУ2	8,5	АВВГ (4x2,5)	19	2,5			
Транспортер збору яєць ТСЯ-20	АІР71В6У2	1,74	АВВГ (4x2,5)	19	2,5			
Машина яйцесортувальна МСЯ-1М	АІР63В6У2	1,04	АВВГ (4x2,5)	19	2,5			
Вентилятор ВО-Ф-7,1А	АІРП-80-А6У2	1,1	АВВГ (4x2,5)	19	2,5			
Теплогенератор ГТГ-1,5А	АІР112МВ6АУ2 АІР71В6У2	9,2 1,74	АВВГ (4x2,5)	19	2,5			

Пункти розподільні ПР11 призначені для розподілу енергії, захисту при перевантаженні і струмах короткого замикання ґрунтових ліній з глухозаземленою нейтраллю. План силового електрообладнання пташника представлено на рис. 2.2.

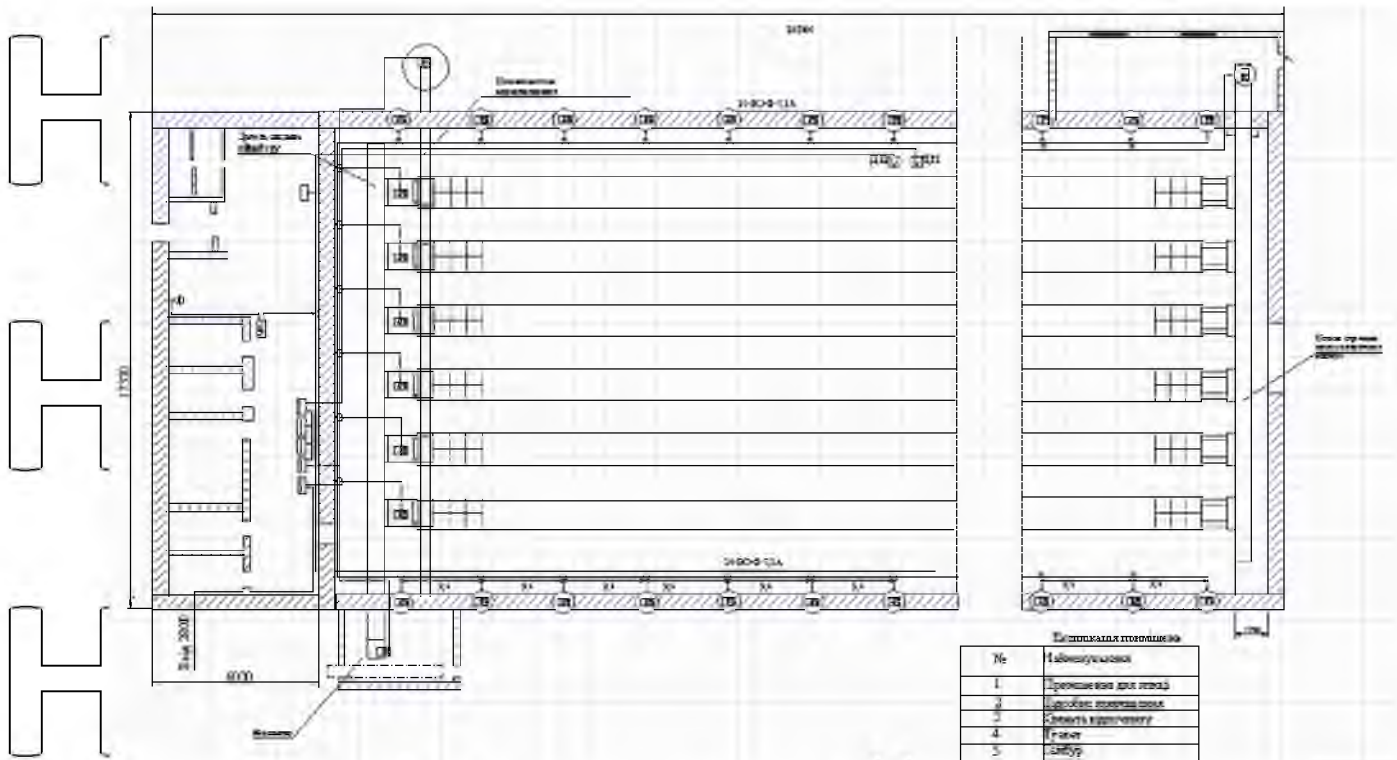


Рис. 2.2. План силового електрообладнання пташника

Знаючи струм групами електродвигунів і інших навантажень, вибираємо стандартний розподільний пристрій ПР11-3097-54УХЛ2 з 8 групами номінальним струмом автоматичних вимикачів ВА47-29М-3Р 16 А.

2.10 Розрахунок освітлення та вибір освітлювальних установок

За умовами навколишнього середовища пташники належать до категорії особливо сирих приміщень із хімічно агресивним середовищем.

Для освітлення пташника вибираємо світильники НСП03 із енергозберігаючими люмінесцентними лампами типу КЛЛ. Світильник НСП03 за кривою сили світла відносяться до типу М (рівномірного світлорозподілу, тобто на всі боки сила світла становить 159,2 кд при еталонному джерелі світла зі світловим потоком в 1000 лм), ККД в нижню півсферу становить 45%. У ці світильники можуть бути встановлені енергозберігаючі компактні лампи КЛЛ, які мають цоколь Е27. Потужність цих ламп 11, 13, 15, 18, 22, 24, 28 Вт, а світлові потоки: Φ - 600, 700, 850, 950, 1100 1250, 1600 лм.

Для керування й регулювання світлового режиму дня в пташниках найбільш широке застосування одержали пристрої програмного керування

світлом типу «Регеов», що дозволяють імітувати світанок і сутінки плавно або ступінчато.

Розрахунок освітлювальної установки виконуємо точковим методом. За нормовану освітленість для джерел світла з вбудованим електронним ПРА приймаємо 20 лк при мінімальній освітленості 7 лк і максимальній 35 - 40 лк.

Визначення освітленості на годинниках різних ярусів батареї проводимо, виходячи з того, що освітленість у точці визначається за формулою:

$$e = \frac{I_a \cos^3 \alpha}{H_p^2}, \quad (2.53)$$

де $I_a = 159,2$ кд – сила світла для світильників з рівномірним світлорозподілом (крива сили світла М). ККД світильника НСП03 45 %;

H_p – висота підвісу світильника, м. Для першого ярусу $H_{p1} = 2$ м; другого ярусу $H_{p2} = 1,4$ м; для третього ярусу $H_{p3} = 0,84$ м;

$$\alpha = \arctg \frac{d}{H_p}, \quad (2.54)$$

де d – відстань від робочої висоти до точки, м; $d_0 = b = 0,65$ м.

$d_1 = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,65^2} = 0,82$ м, де a – відстань від світильника (крок): $a_0 = 0$; $a_1 = 0,5$ м; $a_2 = 1,0$ м; $a_3 = 1,5$ м; $a_4 = 2,0$ м; $a_5 = 2,5$ м; $a_6 = 3,0$ м.

Загальна довжина корпусу пташника 105 м і довжина батареї 96 м.

Освітлювальна установка освітлює в проході простір $96 \times 1,3 \times 2,2$ м. У цьому проході встановлюється по осі 32 світильника при відстані між ними 3 м.

Проведений розрахунок освітленості (таблиця 2.9) показав, що освітленість від двох світильників у контрольних точках на годинниках виходить трохи вищою, що допустимо при використанні джерела світла зі світловим потоком у $\Phi_c = 1000$ лм.

Визначимо величину необхідного світлового потоку для освітлення годинниць першого ярусу на рівні $E_{\text{доп}} \leq 20$ лк за формулою:

$$\Phi_{\text{ЛР1}} = \frac{1000 E_{\text{доп}} K_3}{\sum e}, \quad (2.55)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,5$.

$$\Phi_{\text{ЛР1}} = \frac{1000 \cdot 20 \cdot 1,5}{41} \leq 750 \text{ лм.}$$

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.9

Визначення освітленості на годинцях різних ярусів

Крок, м	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	Примітка
d, м	0,65	0,82	1,19	1,63	2,1	2,58	3,06	$H_p = 2$ м
α	17,72°	22,3°	30,8°	39,1°	46,4°	52,2°	56,8°	$I_{\alpha} = \frac{159,2}{2^2} = 39,8$
$\cos^3 \alpha$	0,864	0,79	0,633	0,47	0,35	0,23	0,163	$H_p^2 = 2^2 = 4$
освітленість e, лк	15,4	14,1	11,3	8,3	5,85	4,1	2,9	$E = \frac{39,8 \cdot \cos^3 \alpha \cdot \eta}{4} = 17,91 \cdot \cos^3 \alpha$
ВІД ДВОХ СВІТИЛЬНИКІВ								
$\Sigma e, \text{лк}$	18,3	18,2	17,15	16,6	17,2	18,2	18,3	
α	24,9	30,3	40,36	49,3	56,3	61,4	65,4	$H_p = 1,4$ м
$\cos^3 \alpha$	0,746	0,643	0,44	0,28	0,17	0,11	0,07	$I_{\alpha} = \frac{159,2}{1,4^2} = 81,2$
освітленість e, лк	27,2	23,5	16,0	10,1	6,2	3,96	2,6	$H_p^2 = 1,4^2 = 1,96$
ВІД ДВОХ СВІТИЛЬНИКІВ								$E = 81,2 \cdot \cos^3 \alpha \cdot \eta = 36,54 \cdot \cos^3 \alpha$
$\Sigma e, \text{лк}$	29,8	27,45	22,2	20,2	22,2	27,5	29,8	
α	37,6	44,3	54,65	62,7	68,2	71,9	74,6	$H_p = 0,84$ м
$\cos^3 \alpha$	0,497	0,366	0,193	0,1	0,05	0,03	0,02	$I_{\alpha} = \frac{159,2}{0,84^2} = 225$
освітленість e, лк	50,3	36,9	19,5	9,7	5,1	3,06	1,8	$H_p^2 = 0,84^2 = 0,7056$
ВІД ДВОХ СВІТИЛЬНИКІВ								$E = 225 \cdot \cos^3 \alpha \cdot \eta = 101,25 \cdot \cos^3 \alpha$
$\Sigma e, \text{лк}$	52,1	39,96	24,6	19,4	24,6	39,9	52,1	

Розрахуємо величину необхідного світлового потоку лампи для освітлення годинниць другого ярусу на рівні $E_{\text{доп}} \leq 33$ лк:

$$\Phi_{\text{ЛР2}} = \frac{1000 \cdot 33 \cdot 1,5}{66} \leq 750 \text{ лм.}$$

Визначимо величину світлового потоку, необхідного для освітлення годинниць третього ярусу на рівні $E_{\text{доп}} \leq 45$ лк:

$$\Phi_{\text{ЛР3}} = \frac{1000 \cdot 45 \cdot 1,5}{90} \leq 750 \text{ лм.}$$

Отримані розрахункові величини освітленості, представлені в таблиці, розраховані для світлового потоку лампи в 1000 лм. Проведені розрахунки визначення світлових потоків лампи показують, що необхідно брати джерела

світла зі світловим потоком $\Phi \leq 700-750$ лм, тобто освітленості необхідно скорегувати на коефіцієнт $0,7 - 0,75$ і на величину ККД $0,45$.

Оскільки освітленість на верхніх ярусах і після цього залишається на допустимому рівні, тому для зниження збудливої дії високої освітленості слід застосовувати кольорове освітлення.

Дослідження, виконані американським ученим М.О. Нірвом, показали, що червоний спектр випромінювання має великий позитивний вплив на поведінку птаха:

1. воно прискорює полове дозрівання птаха;
2. знижує стресовість і драчливість;
3. зменшує канібалізм;
4. підвищує яєчну продуктивність курей-несучок на 10%.

Виходячи із цих міркувань, доцільно люмінесцентні лампи КЛЛ – 13 холодного білого світла покрити червоним лаком, у результаті чого світловий потік ламп знизиться ще на 10 %, а також знизиться небезпечна збудлива дія надмірно високої освітленості білого світла.

У результаті цих заходів рівень коефіцієнта освітленості знизиться на $K_{сн}$
 $= K_{\phi} \cdot 0,95 \cdot K_{ккд} = 0,75 \cdot 0,89 \cdot 0,45 = 0,299$.

Скориговані величини освітленості в контрольних точках по ярусах наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10
Освітленості на годівницях ярусів

крок a , м	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	Примітка
$\Sigma e, K_{сн}$	12,2	12,1	11,4	11	11,4	12,1	12,2	1й ярус
$\Sigma e, K_{сн}$	19,8	18,2	14,6	13,5	14,6	18,2	19,8	2й ярус
$\Sigma e, K_{сн}$	25,5	19,7	12,3	9,6	12,3	19,7	25,5	3й ярус

Отримані величини скоригованої освітленості цілком прийнятні, тим більше з урахуванням червоної кольоровості освітлення.

Загальна встановлена потужність енергозберігаючих світильників в одному пташнику складе:

$$P_{\text{усв}} = P_{\text{л}} \cdot \eta_p \cdot \eta_o = 0,013 \cdot 6 \cdot 32 = 2,5 \text{ кВт.}$$

У підобрані приміщення освітлення розраховано методом питомої потужності. Площа склада яєць $7,5 \text{ м}^2$, висота 3 м . Стеля та стіни в приміщенні побіленні. Для освітлення приймаємо світильник типу НСП03. Норма освітленості $E = 60 \text{ лк}$ [6]. Питома потужність $P_{\text{пит}} = 60 \text{ Вт/м}^2$.

Потужність лампи складає:

$$P = \frac{k_{\text{л}} \cdot S}{N} \quad (2.26)$$

$$P = \frac{60 \cdot 7,5}{4} = 112,5 \text{ Вт.}$$

Для цього світильника необхідно вибрати лампу ККЛ-24 зі світловим потоком 1600 лм .

Результати розрахунків наведені у світлотехнічній відомості (таблиця 2.11).

План мережі електроосвітлення наведено на рис. 2.3.

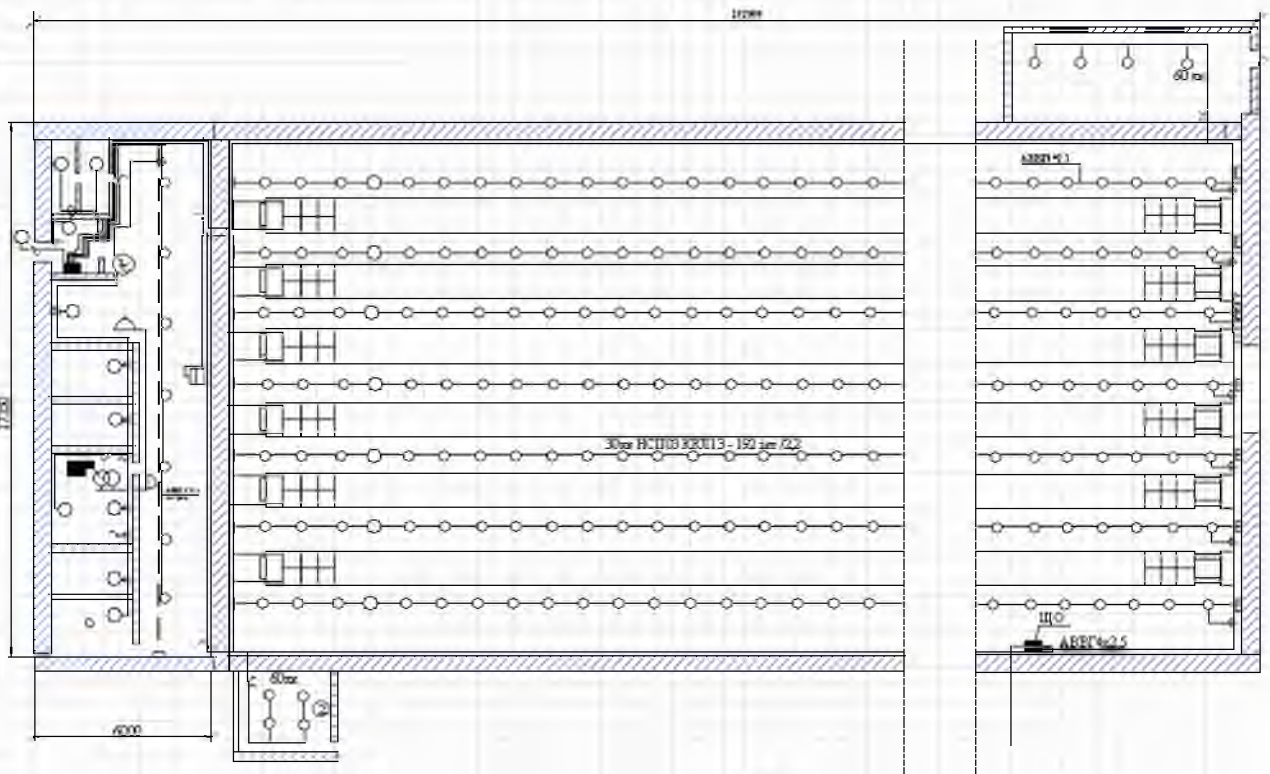


Рис. 2.3 План мережі електроосвітлення пашника

Таблиця	Ця	Лампа	Потужність лампи, Вт	20	36	12	13
---------	----	-------	----------------------	----	----	----	----

№ п/п	Назва приміщення	Висота, Н (м)	Вид освітлення	Площа, S (м ²)	Коефіцієнт				Коефіцієнт запаса	Світильник	
					Стеля	Стіни	Підлога	Нормована освітленість,лк		Тип	Кількість, шт
1	Приміщення для птиці	3,0	1080 робоче	50	30	10	30	1,15	НСП03	192	КЛЛ13
2	Кормоприготувальне	3,0	39,19 робоче	50	30	10	20	1,15	НСП02	4	КЛЛ20
3	Склад яєць	3,0	10,1 робоче	50	30	10	60	1,15	НСП03	4	ККЛ28
4	Службове приміщення	3,0	7,8 робоче	50	30	10	50	1,15	НСП03	2	КЛЛ13
5	Тамбур	3,0	1,57 робоче	50	30	10	30	1,15	НСП03	2	КЛЛ13
	Освітлення проходів	-	- чергове	-	-	-	-	-	НСП03	2	КЛЛ13

2.11 Розрахунки електричної мережі освітлення та підлітка

Для живлення мережі електричного освітлення в сільськогосподарському виробництві найоптимальніше поширення одержана система трифазного струму

із заземленої нейтралю при напрузі живлення 220/380 В [11]. При реалізації цієї системи освітлювальні прилади підключаються між фазами й нульовим проведенням.

Тривале зниження напруги біля найбільш віддалених ламп робочого освітлення повинне бути не більше 2,5 % від номінальної напруги ламп, а в найбільш віддалених світильників зовнішнього освітлення спад напруги повинен бути не більшим 5%. Перевищення напруги на лампах не повинно бути більшим 105% від номінального значення.

Для прокладки освітлювальної мережі в пташнику з вогким агресивним середовищем вибираємо кабель АВВГ (кріплення скобами) й провід АПВ, що прокладається в сталевих трубах або в лотках по будівельних конструкціях [11].

Освітлювальний щит, як правило, встановлюють поблизу основного робочого входу в приміщення в місцях недоступних для випадкового ушкодження, а також з урахуванням підходу повітряних ліній і центру навантаження.

Вимикачі також встановлюють у дверей на висоті 1,5 м [12] від підлоги, але так, щоб вони не закривалися відкритими дверми, штепсельні розетки встановлюють на висоті 0,8 від підлоги.

Як апаратуру керування електричним освітленням пташника приймаємо освітлювальні щитки однофазних груп з автоматичними вимикачами на лініях, що відходять.

Згідно ПУЕ струм захисних апаратів на групових лініях не повинен перевищувати 25 А, а при газорозрядних лампах потужністю від 125 Вт і вище і лампах розжарювання потужністю 500 Вт і вище - 63 А. Число ламп на групу не повинно, як правило, перевищувати 20, а при люмінесцентних світильниках на 2 і більше лампи - не більше 50 світильників.

Навантаження фаз в межах кожного щитка і лінії повинне бути досить рівномірним. До груп, які живлять світильники, дозволяється підключення освітлювальних штепсельних розеток і трансформаторів малої напруги, але при великому їх числі бажано їх виділяти в окремі групи, якщо це не пов'язано з істотним збільшенням витрати проводів і кабелів.

Переріз проводів і кабелів внутрішніх електропроводок вибирають за допустимим нагріванням і допустимою втратою напруги з урахуванням того, що переріз проводів і кабелів повинен бути не меншим, ніж потрібно за умовою механічної міцності.

Переріз проводів розраховують за формулою [11]:

$$S = \frac{\Sigma M}{C \Delta U}, \quad (2.57)$$

де $\Sigma M = \sum_{i=1}^{i=n} P_i L_i$ - сума електричних моментів ділянки, кВт·м;

P_i - розрахункова потужність навантаження i -ої ділянки, кВт;

L_i - довжина i -ої ділянки, м;

C - коефіцієнт, що залежить від системи напруги і матеріалу проводів; при напрузі мережі 380/220 В і проводах з алюмінію $C = 46$ [12];

ΔU - розрахункова втрата напруги (величина задана), %.

Для виконання розрахунку складаємо розрахункову схему групових ліній і навантажень. Для кожної групи параметри мережі визначаються окремо. Складаємо розрахункову схему освітлювального щитка.

Визначаємо момент навантаження відносно щитка:

$$M_{0-1} = \sum P_0 L_{0-1} = n_1 P_C L_0 K_C + n_1 P_P L_1 K_C + 2n_0 P_C \left[L_{1-2} + L \frac{n_0 - 1}{2} \right] + 2n_0 P_C \left[L + \frac{n_0 - 1}{2} \right] \alpha + n_1 P_P K_C \left[l_{1-34} + L_1 \frac{n_1 - 1}{2} \right] \alpha, \quad (2.58)$$

де n - загальне число світильників у групі, $n = 64$ шт;

P_P - потужність ламп світильника з урахуванням ПРА, $P_C = 0,014$ кВт;

L_{0-1} - відстань від щитка до розгалуження групи, $L_{0-1} = 30$ м;

n_P - число розеток у групі, $n_P = 3$, $P_P = 2$ кВт, $K_C = 0,5$ - коефіцієнт попиту;

$l_{1-34} = 23$ м - відстань від щитка до першої розетки;

L_1 - відстань між розетками, $L_1 = 20$ м;

n_1, n_2 - число світильників у підгрупі, 32 шт;

l - відстань між світильниками, $l = 3,0$ м;

α - для однофазного відгалуження від трифазної лінії $\alpha = 1,83$

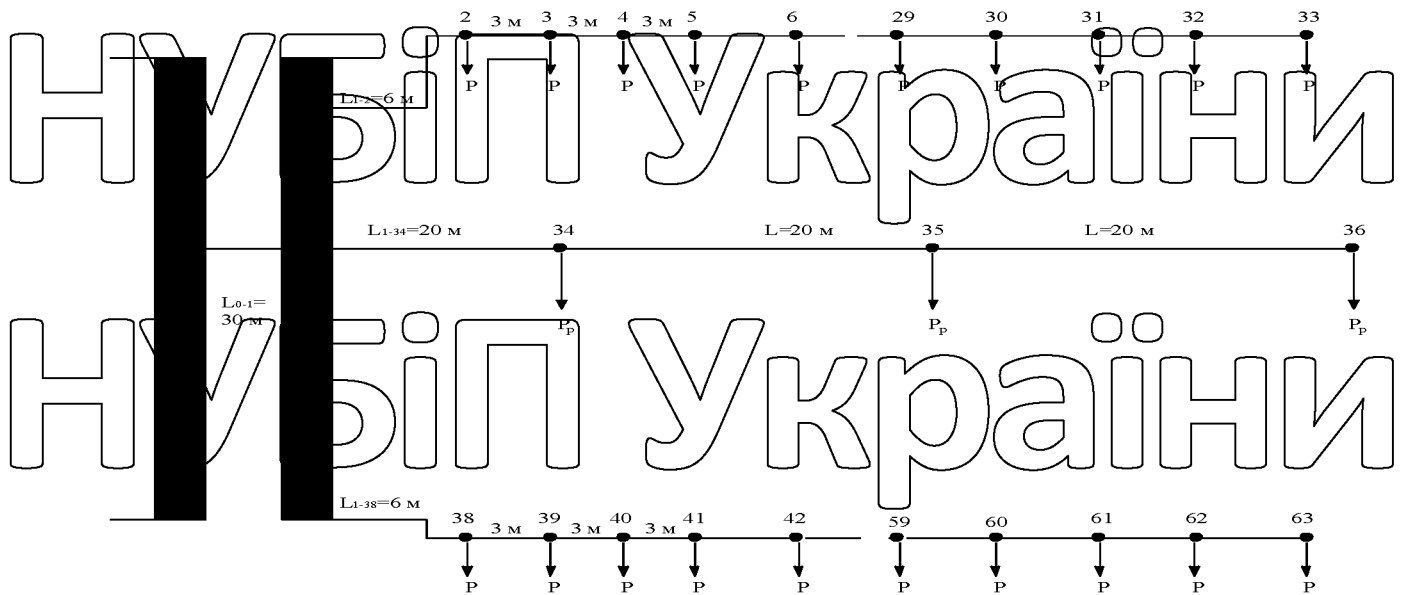


Рис. 2.2. Розрахункова схема освітлювального щитка

Визначимо момент відносно щитка:

$$M_{0-1} = 64 \cdot 0,014 \cdot 30 + 3 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 30 + 2 \cdot 32 \cdot 0,014 \cdot \left[6 + 3 \frac{32-1}{2} \right] + \\ + 2 \cdot 32 \cdot 0,014 \cdot \left[6 + 3 \frac{32-1}{2} \right] \cdot 1,83 + 3 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot \left[23 + 20 \frac{3-1}{2} \right] \cdot 1,83 = 428 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

За величиною моменту $M_{0-1} = 428 \text{ кВт} \cdot \text{м}$ визначаємо переріз алюмінієвого

проводу, виходячи з того, що від щитка до останнього світильника групи втрата напруги не повинна перевищити 2,5 %.

Виходячи з цієї умови, вибираємо переріз проводу алюмінієвого для ділянки 0-1 $S_{0-1} = 16 \text{ мм}^2$, тоді втрата напруги на ділянці 0-1 $= 30 \text{ м}$ при перерізі жили кабелю АВВГ 4 x 16,0 мм 2 дорівнюватиме $\Delta U_{0-1} = 0,6 \%$. Отже, на інші

три гілки групи втрату напруги можна допустити не більше, ніж $\Delta U = 2,5 \% - 0,6 = 1,9 \%$

Визначимо момент навантаження на ділянці 1-33:

$$M_{1-33} = M_{1-33} = n_0 P_c \left[l_{1-2} + l_1 \frac{n_0 - 1}{2} \right] = 32 \cdot 0,014 \cdot \left[6 + 30 \frac{32-1}{2} \right] = 43,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Визначимо момент навантаження на ділянці 1-36:

$$M_{1-36} = n_1 P_p K_c \left[l_{1-34} + L_1 \frac{n-1}{2} \right] \alpha = 3 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot \left[23 + 20 \frac{3-1}{2} \right] \cdot 1,83 = 6 \\ \cdot 0,5 \cdot 43 \cdot 1,83 = 236 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

За величиною $M_{1-36}=236 \text{ кВт}\cdot\text{м}$ знаходимо, що переріз жили кабелю алюмінієвого АВВГ має бути $S_{1-36} = 4,0 \text{ мм}^2$, тоді втрата напруги складе $\Delta U_{1-36} = 1,3 \%$.

За величиною $M_{1-33}=43 \text{ кВт}\cdot\text{м}$ необхідний переріз алюмінієвого кабелю для підключення світильників АВВГ $2 \times 2,5 \text{ мм}^2$, при цьому втрата напруги на ділянці довжиною 36 м складе $\Delta U_{1-33} = 0,4 \%$.

Отже, на останню гілку групи залишилася допустима втрата напруги рівна:

$$\Delta U = 1,9\% - 1,3\% - 0,8\% = -0,2\%$$

Таким чином, втрати напруги при вибраних перерізах проводів не перевищують допустимого значення.

Перевірка втрати напруги в електроосвітлювальній мережі при вибраних перерізах проводів виконується за формулою [11]:

$$\Delta U = \frac{\sum M}{CS}. \quad (2.59)$$

Для першої ділянки 0-1:

$$\Delta U_{0-1} = \frac{428,00}{46 \cdot 16} = 0,58 \%$$

Для ділянки 1-33:

$$\Delta U_{1-33} = \frac{43,00}{46 \cdot 2,5} = 0,37\%$$

Для ділянки 1-36:

$$\Delta U_{1-36} = \frac{236,00}{46 \cdot 4,0} = 1,26\%$$

Для ділянки 1-63:

$$\Delta U_{1-63} = \frac{43,00}{46 \cdot 2,5} = 0,374\%$$

Загальна втрата напруги в проводах груп складе:

$$\Delta U = 0,58 + 0,374 + 0,374 + 1,26 = 2,60 \%$$

Виконаємо перевірку проводів, вибраних за допустимою втратою напруги, за допустимим тривалим нагріванням при проходженні через них розрахункових

значень струму. Визначення розрахункових значень струму проводиться за формулою [11]:

$$I_p = \frac{P_p K_n}{\sqrt{3} U \cos \varphi}, \quad (2.60)$$

де P_p - розрахункова потужність навантаження, кВт;

K_n - втрати в ПРА, $K_n = 1,08$;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності мережі.

$$I_p = \frac{0,014 \cdot 1,075 \cdot 64}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,91} = 1,61 \text{ A.}$$

За ПУЕ допустимий тривалий струм по алюмінієвому кабелю з полівінілхлоридної ізоляцією при перерізі струмоведучої жили $2,5 \text{ мм}^2$ становить 19 A , так що за нагріванням вибрані кабелі будуть працювати з великим запасом.

Згідно з вимогами ПУЕ [13] всі освітлювальні мережі повинні мати захист від короткого замикання, а в деяких випадках від перевантаження.

Захист від перевантаження повинні мати мережі внутрішнього освітлення, виконані відкрито прокладеними проводами з горючою зовнішньої ізоляцією або оболонкою, і освітлювальні мережі в житлових, громадських і торговельних приміщеннях, а також в службово-побутових приміщеннях підприємств, хоча і виконані захищеними провідниками в трубах і в негорючих будівельних конструкціях.

Для захисту освітлювальних мереж переважно використовують автоматичні вимикач з тепловими розчіплювачами. Автоматичні вимикачі з електромагнітними розчіплювачами миттєвої дії для захисту освітлювальних мереж застосовувати не рекомендується [11, 12].

Номинальні струми установок автоматів і запобіжників слід вибирати якомога близькими до розрахункових струмів ділянок, що захищаються.

Як захисну апаратуру в освітлювальній мережі застосовуємо автоматичні вимикачі типу ВА2001-1P-C-6A ($I_{розч} = 6 \text{ A}$) [10], встановлені в освітлювальному щитку ЩО-611.

2.12 Розрахунок зовнішнього освітлення території птахофабрики

При освітленні вулиць, доріг, проходів між будинками, як правило, застосовують світильники зовнішнього освітлення, в яких як джерело світла застосовують лампи розжарювання і газорозрядні лампи високого тиску.

Невеликі території, як птахофабрики, освітлюються в основному лампами ДРЛ, ДРК, ДНаТ при рівні нормованої освітленості рівній 4 лк і більше.

Для обмеження сліплячого впливу приладів зовнішнього освітлення висота установки світильників із захисним кутом менше 15° повинна бути в межах 7-10 м, залежно від потужності джерела світла при установці світильників з однієї сторони проїжджої частини вулиці, дороги.

Для зовнішнього освітлення, вибираємо лампи ДНаТ і світильник типу ЖКУОЗ. Розрахунок освітлювальної установки проводимо методом коефіцієнта використання світлового потоку. Розрахункова формула має вигляд [12]:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n \Phi_{\lambda} z}{E_{\min} BK_z} \quad (2.61)$$

де L - відстань між опорами установки світильників, м,

Φ_{λ} - світловий потік всіх ламп, встановлених на одній опорі, лм;

K_z - коефіцієнт запасу, для газорозрядних ламп $K_z = 1,5$;

B - ширина освітленої площі, м, приймаємо $B = 8$ м;

η_i - коефіцієнт використання світлового потоку.

Світильники ЖКУОЗ - 250 розраховані на одну лампу ДНаТ - 250 зі світловим потоком 26 клм з напівширокою кривою сили світла і згідно з нормами повинен встановлюватися на висоті 8-9 м. Відношення ширини освітленого простору до висоти установки світильників

$$\frac{B}{H_p} = \frac{8}{8} = 1.$$

За типом світильника і цим співвідношенням знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку, який для світильника ЖКУОЗ є рівним $\eta = 0,28$.

Визначаємо проліт між опорами при $E_{\min} = 6$ лк:

$$L = \frac{26000 \cdot 0,28}{6 \cdot 8 \cdot 1,5} = 100 \text{ м.}$$

При довжині доріг між пташниками і по території птахофабрики рівною 2,5 км буде потрібно всього 25 опор, загальна потужність вуличного освітлення з урахуванням втрат у виробництві складе:

$$P = 25 \cdot 0,25 \cdot 1,2 = 7,5 \text{ кВт.}$$

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ПТАШНИКУ

3.1 Аналіз стану питання з регулювання параметрів мікроклімату в пташниках

Температура, відносна вологість та швидкість руху повітря - основні параметри, що впливають на фізіологічний стан і продуктивність тварин. Підтримка необхідної температури - одна з необхідних умов для нормального протікання обміну речовин в організмі тварин, порушення ж теплового режиму негативно позначається на прояві всіх життєвих процесів [15].

Стан мікроклімату в приміщеннях протягом року змінюється. Найважливішим фактором регульованого мікроклімату є повітряобмін, за допомогою якого підтримується необхідна температура, відносна вологість і чистота повітря усередині приміщень. Однак існуючі нині системи управління мікрокліматом ще не забезпечують виконання всіх зоогігієнічних вимог і потребують подальшого вдосконалення.

У розробку теоретичних основ промислового птахівництва великий внесок внесли С.І. Боголюбський, Н. В. Пигарев та інші. Дослідженню санітарно-гігієнічних умов утримання тварини птиці, обґрунтування вибору параметрів мікроклімату в приміщенні присвячені роботи А. К. Скороходько, Н. М. Комарова, І. М. Голосова, А. К. Данілової, В. М. Селянського, Ю. М. Крилова та інших дослідників [15].

Великим внеском у розробку теоретичних основ автоматизації мікроклімату в тваринницьких і птахівничих приміщеннях внесли такі вчені, як Р. М. Славін, В. Н. Андріанов, А. В. Дьомін, І. Т. Мартиненко, Л. Т. Прищеп, І. М. Бируля, Д. Н. Бистрицький, О. Н. Горячев, Д. Н. Мурусідзе, Ю. Н. Пчолкін, Г. П. Сірий та інші.

Необхідність подальшого вдосконалення систем для створення оптимального мікроклімату обумовлена необхідністю розробки і впровадження автоматизованих систем управління виробничими процесами на птахофабриках з великим поголів'ям птиці, різноманітністю технології

утримання птиці, обумовленої видовими і статево особливостями її, а також об'ємом виробництва і зонально-кліматичними умовами

3.2 Теоретичне обґрунтування розробки

3.2.1 Регулювання продуктивності вентиляційних установок

Повітрообмін в приміщеннях регулюють зміною продуктивності вентиляторів, яке забезпечується [14]: зміною кількості одночасно працюючих вентиляторів; зміною частоти обертання вентиляторів, зміною поперечного перерізу повітропроводу.

Наведені методи регулювання впливають із залежності:

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

де M – кількість вентиляторів, які працюють в приміщенні, шт;

v – швидкість руху повітря в повітропроводі, м/с;

S – поперечний переріз повітропроводу, м².

Регулювати частоту обертання двигуна вентилятора можна зміною підведеної напруги, числа пар полюсів та частоти струму.

Спосіб регулювання частоти обертання приводного двигуна зміною напруги на статорі базується на квадратичній залежності між моментом асинхронного двигуна і величиною напруги.

Напругу на статорі змінюють за допомогою автотрансформаторів або тиристорних перетворювачів напруги.

При ковзаннях, менших за критичне $s < s_k$, момент електродвигуна пропорційний квадрату напруги і ковзанню:

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

При постійному моменті у відносних одиницях можна записати:

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

Таким чином, зниження напруги призводить до зниження частоти обертання приводного двигуна і робочого колеса вентилятора. При цьому

способі регулювання застосовують двигуни з підвищеним ковзанням, які мають м'які механічні характеристики (рис. 3.1).

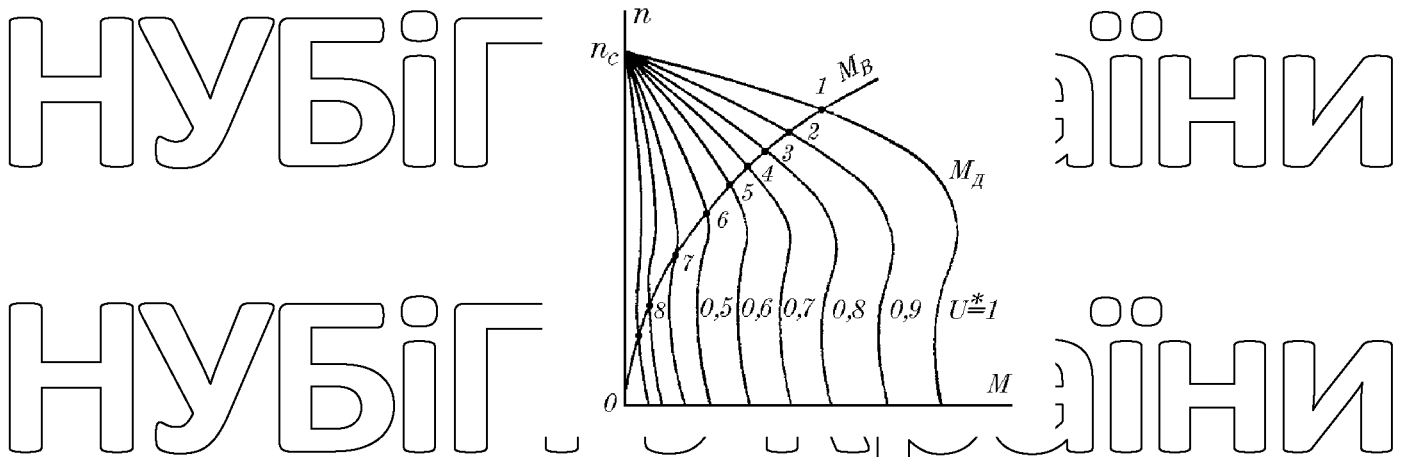


Рис. 3.1. Регульовальні характеристики привода вентилятора при регулюванні частоти обертання зміною підведеної напруги

При зміні числа пар полюсів змінюється частота обертання приводного двигуна (вентилятора). Перевагою цього метода регулювання є відсутність втрат на регулювання та збереження жорсткості механічних характеристик (рис. 3.2, а). До недоліків можна віднести ступінчасте регулювання продуктивності

вентилятора та погіршення техніко-економічних показників в області малих ковзань

Регулювати продуктивність вентилятора можна зміною частоти струму, оскільки частота обертання двигуна прямо пропорційна частоті струму живлячої мережі. Нині розроблено багато малогабаритних перетворювачів частоти, які дають можливість їх установки на окремі вентилятори. Для того, щоб при регулюванні частоти обертання приводних двигунів вентиляторів їх енергетичні показники були оптимальними, необхідно змінювати одночасно напругу та частоту струму за законом $\frac{U}{f^2} = const.$

При цьому рівняння механічної характеристики двигуна має вигляд [14]:

$$M_D = \frac{2M_{KH} \frac{K_U^2}{\alpha^2} \left(1 + \frac{\varepsilon}{\alpha}\right)}{\frac{s\alpha}{s_{KH}} + \frac{s_{KH}}{s\alpha} + 2\frac{\varepsilon_H}{\alpha}}, \quad (3.4)$$

де $K_U = \frac{U}{U_H}$ — відносне значення напруги;

$\alpha = \frac{f}{f_N}$ — відносне значення частоти струму;
 $\varepsilon = s_{KH} \frac{R_1}{R_2}$ — відповідно, критичне ковзання двигуна, активні опори фази статора та ротора, зведені до статора.

та ротора, зведені до статора.

Регульовальна діаграма вентилятора при зміні частоти струму показана на рис. 3.2, б, в.

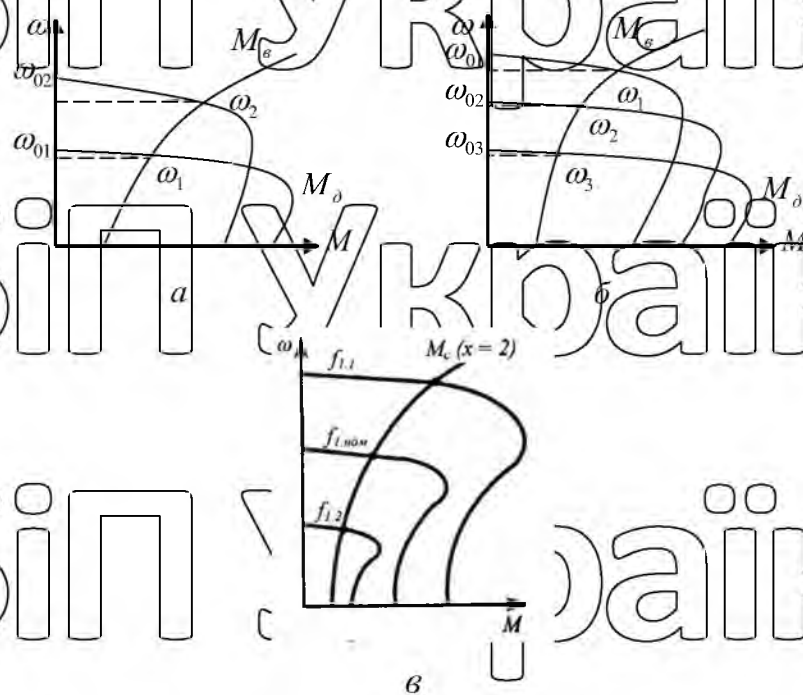


Рис. 3.2. Регульовальні діаграми вентиляторів:

а — при зміні числа пар полюсів; б — при зміні частоти струму без регулювання напруги, в — при зміні частоти струму і регулюванні напруги за законом $\frac{U}{f^2} = const$

Продуктивність вентиляційної установки можна регулювати, змінюючи поперечний переріз повітропроводу за допомогою заслінки. При застосуванні заслінки збільшується опір у повітропроводі (рис. 3.3, крива 2), що призводить до зниження продуктивності вентилятора.

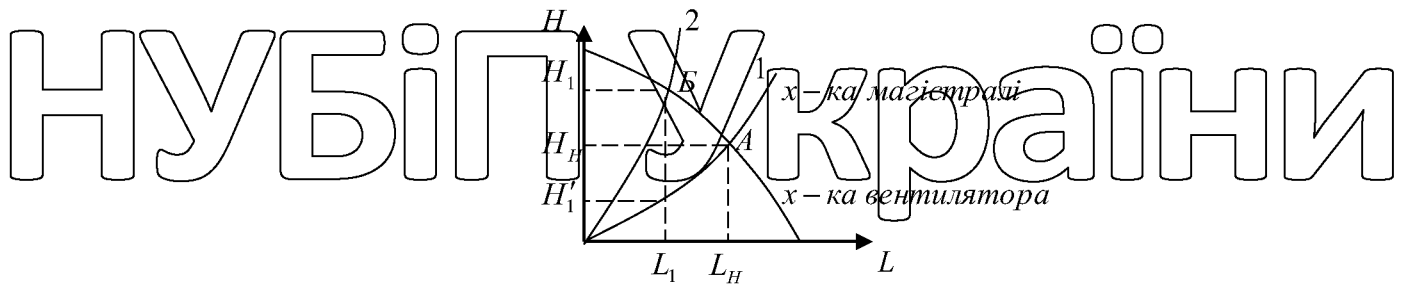


Рис. 3.3. Характеристика вентилятора при зміні площі перерізу повітропроводу

При цьому способі регулювання продуктивності вентиляційних установок максимум втрат складає 38,5 % від номінальної потужності, що в 2,25 рази більше порівняно з першими двома способами [14].

3.2.2 Автоматизовані вентиляційні установки

Комплект вентиляційного обладнання «Клімат 4М» залежно від номера осевого вентилятора поділяється на «Клімат 45М» з вентиляторами ВО-Ф-5,6А та «Клімат 47М» з вентиляторами ВО-Ф-7,1А. Привод вентиляторів – від трифазних асинхронних електродвигунів АИРП. Окрім вентиляторів до комплекту входять 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 «Кліматика 1» [14] є тиристорним регулятором напруги з цифровою системою керування на інтегральних мікросхемах, який забезпечує плавну зміну вихідної напруги за принципом фазового регулювання залежно від величини температури повітря в приміщенні. Передбачено ручний та автоматичний режими керування. У автоматичному режимі станція забезпечує ПІ-закон регулювання температури. Пристрій складається із 2 ящиків: блока регулятора, до якого входять силовий блок та блок керування, і блока перемикача. Останній виконує функцію обхідного пристрою, а також захисту пристрою від коротких замикань.

При положенні перемикача режиму роботи «Н» некерований режим напруга подається на електродвигуни, обминаючи пристрій регулювання. У

положенні «Р» – регульований режим двигуни одержують живлення від тиристорного регулятора.

Силовий блок складається з трьох пар тиристорів типу Т123-250-9-41, увімкнених зустрічно-паралельно. Для захисту тиристорів від перенапруг мережі та комутаційних перенапруг у силовому блоці є спеціальний вузол захисту, що

складається з ВСКІЛ та варіаторів. Тут же встановлений трансформатор живлення системи керування та синхронізації імпульсів керування з фазами мережі живлення.

Блок керування складається з двох штапованих плат та панелі керування.

На панелі керування розміщені основні органи керування та сигналізації:

резистор та блок перемикачів діапазонів «Установка температури»; блок перемикачів «Датчики» «1», «2», «3», «4», яким відповідає кількість під'єднаних термоперетворювачів (датчиків) в автоматичному режимі роботи, а положення «Ручне керування» – ручний режим роботи пристрою; резистор «Мінімальна напруга», резистор та лампа «Аварійне відхилення температури».

Датчиками температури є термоперетворювачі типу ТСМ (до 4 шт), які увімкнені паралельно і розподілені за довжиною приміщення.

На функціональній схемі (рис. 3.4) прийнято такі позначення: *БР* – блок регулятора, *БП* – блок перемикача, *ТП* – термоперетворювачі, *БС* – блок силовий, *БУ* – блок керування, *ДЖ* – джерело живлення, *СРС* – система регулювання та сигналізації, *СІФУ* – система імпульсно-фазового керування, *ПІ* – підсилювач імпульсів.

Модернізована тиристорна станція керування ТСУ-3-КЛУЗ призначена для роботи в системі «Клімат – 4М» і виконує ті ж функції. Основна її відмінність – застосування в системі керування мікро-ЕОМ [14].

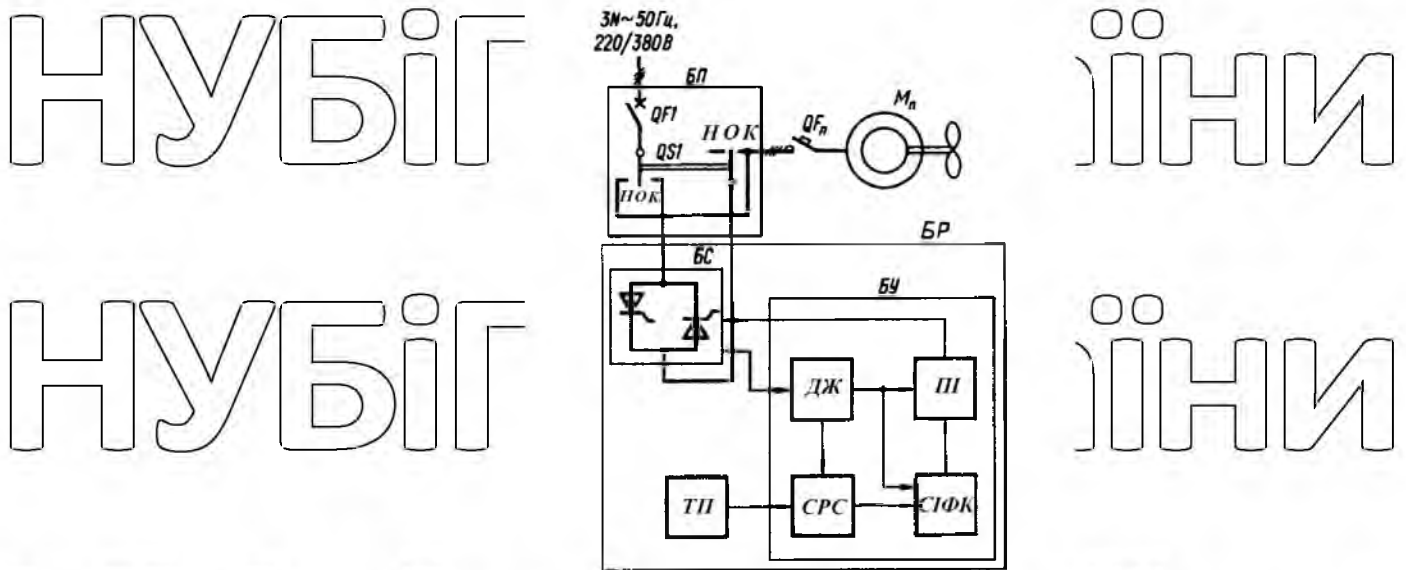


Рис.3.4. Функціональна схема пристрою «Кліматина – 1»

3.3 Теоретичні і експериментальні дослідження вентиляційної установки «Клімат-47»

При регулюванні кутової швидкості зміною частоти струму жорсткість механічної характеристики, а значить, і ковзання двигуна залишаються практично незмінними, тому перепад швидкості $\Delta\omega = \omega_0 s \approx \omega_0 s_{ном} = const$.

Тоді змінні втрати потужності при вентиляторній механічній характеристиці робочої машини:

$$\Delta P_v = M_{ном} \left(\frac{f}{f_{ном}} \right)^2 \phi_0 s_{ном} \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = \Delta P_{вно} \left(\frac{f}{f_{ном}} \right)^2 \quad (3.5)$$

При частотному способі регулювання швидкості асинхронного двигуна робоче ковзання двигуна залишається невеликим у всьому діапазоні регулювання. Тому втратами в сталі ротора можна знехтувати і вираз для втрат

у сталі при регулюванні за законом $\frac{U}{f^2} = const$ матиме вигляд

$$\Delta P_{ст} = \Delta P_{ст1} + \Delta P_{ст2} \approx \Delta P_{ст1ном} \left(\frac{U}{U_{ном}} \right)^2 \left(\frac{f_1}{f_{ном}} \right)^{1,3} = \Delta P_{ст1ном} \left(\frac{f_1^2}{f_{ном}^2} \right)^{1,3} \left(\frac{f_1}{f_{ном}} \right)^{1,3} = \Delta P_{ст1ном} \left(\frac{f^2}{f_{ном}^2} \right)^{2,6} \quad (3.6)$$

Відношення втрат потужності при номінальній до втрат потужності при неномінальній частоті запишеться виразом:

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

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

Тому електроприводи вентиляторів з частотно-регульованим приводом споживають меншу потужність, ніж при регулюванні напругою, завдяки чому споживання електроенергії установкою зменшується.

Експериментальні дослідження проводилися з метою порівняння енергетичних характеристик електроприводів з регулятором напруги та регулятором частоти та аналізу їх з точки зору енергозбереження. Дослідження проводилися за схемами, наведеними на рис. 3.5. і 3.6

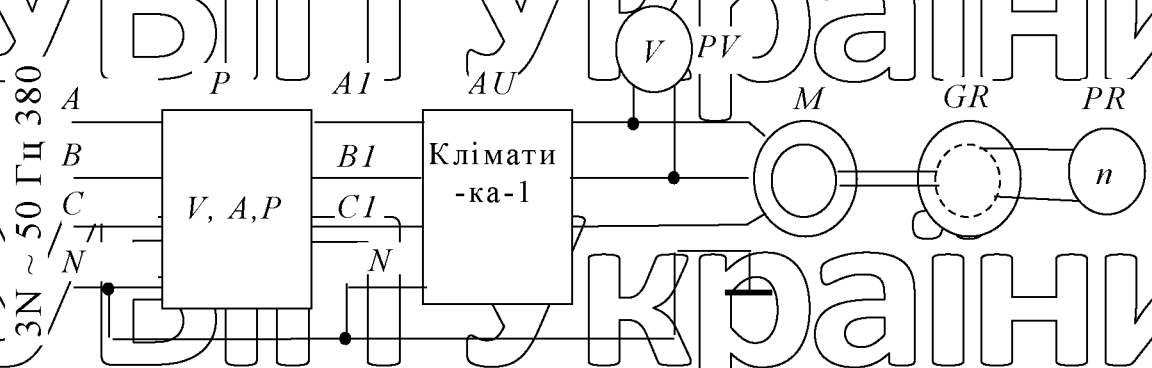


Рис. 3.5. Схема вмикання апаратів і приладів для дослідження електропривода вентилятора при живленні від перетворювача напруги

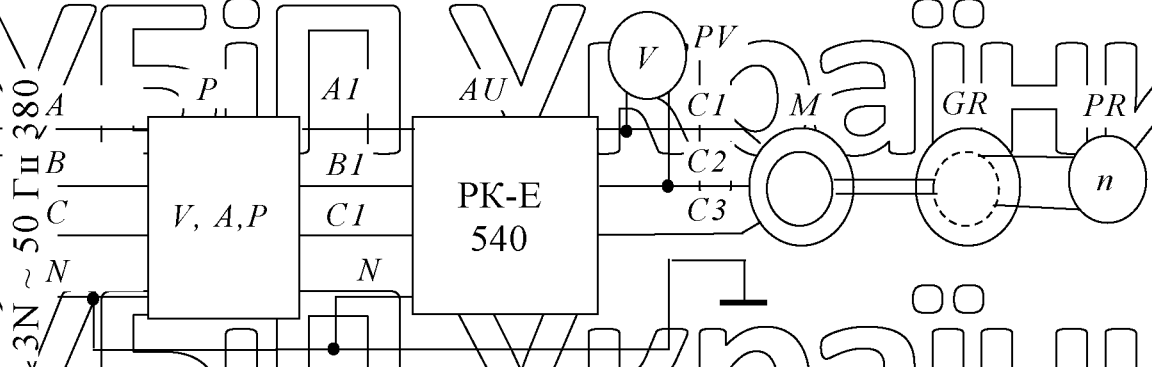


Рис. 3.6. Схема вмикання апаратів і приладів для дослідження електропривода двох вентиляторів типу ВО-Ф-7,1А при живленні від перетворювача частоти

Таблиця 3.1

Перелік засобів вимірювальної техніки для досліджень

№ п/п	Назва приладу	Тип	Заводський номер	Клас точності	Дата повірки
1	Комплект для вимірювання струму, напруги і потужності	Д552	1728	0,5	09.02
2	Комплект для вимірювання струму, напруги і потужності	К515	2233	0,5	09.02
3	Вольтметр	Ц33	8600981	0,5	08.01
4	Тахометр	ИО-10	2209	2,5	08.01
5	Стробоскоп	DD-201	300825	1,0	08.02
6	Секундомір	Agat	62327	2,5	04.02

Досліджувалися залежності споживаних з мережі потужності і струму та частоти обертання вентилятора від підведеної до двигуна напруги або частоти струму.

При дослідженні асинхронного двигуна АИРП80А6У2, який застосовується для привода осьових вентиляторів ВО-Ф-7,1А, напругу на двигуні змінювали за допомогою тиристорного перетворювача напруги станції керування „Кліматика -1” в межах від 120 до 380 В. При цьому вимірювали струм, потужність, коефіцієнт потужності і частоту обертання двигуна. За результатами досліджень отримали залежності у відносних одиницях $I^*=f(U^*)$, $P^*=f(U^*)$, $n^*=f(U^*)$, $\cos\varphi=f(U^*)$, $K_3=f(U^*)$.

При дослідженні впливу частоти струму на характеристики двигуна АИРП80А6У2 застосовували перетворювач частоти струму фірми „Mitsubishi”. Частоту струму змінювали в межах від 10 до 50 Гц. При цьому вимірювали струм, потужність, коефіцієнт потужності і частоту обертання двигуна. За результатами досліджень отримали залежності у відносних одиницях $I^*=f(f^*)$, $U^*=f(f^*)$, $P^*=f(f^*)$, $n^*=f(f^*)$, $\cos\varphi=f(f^*)$, $K_3=f(f^*)$.

Досліди виконували в трикратній повторності. Середнє значення вимірюваних величин наведено в таблицях А1, А2 та А3 додатка А.

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

На рис. 3.7 показані залежності споживаного струму, потужності і частоти обертання електродвигуна привода осьового вентилятора ВО-Ф-7,1А від напруги у відносних одиницях.

На рис. 3.8 показані залежності споживаного струму, потужності і частоти обертання електродвигуна привода осьового вентилятора ВО-Ф-7,1А від частоти струму у відносних одиницях.

За результатами досліджень визначено відношення потужності, що споживається електроприводами з мережі при живленні їх від перетворювача напруги до потужності, споживаної при живленні від перетворювача частоти (таблиця А.4 додатку А). Отримана залежність наведена на рис. 3.9.



Рис. 3.7. Залежності струму, потужності і частоти обертання

асинхронного електродвигуна осьового вентилятора від напруги у відносних одиницях

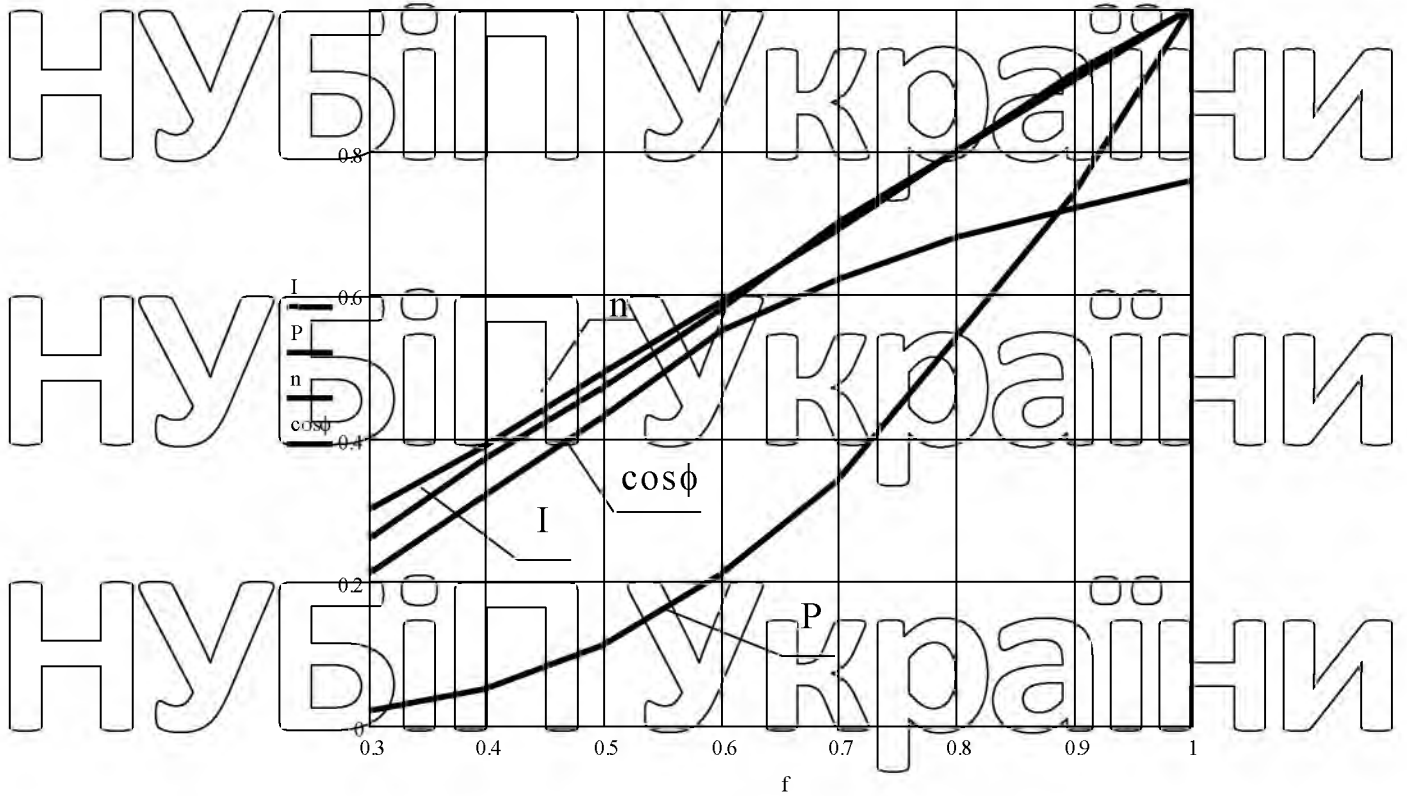


Рис. 3.8. Залежності струму, потужності і частоти обертання асинхронного електродвигуна осьового вентилятора від частоти струму у відносних одиницях

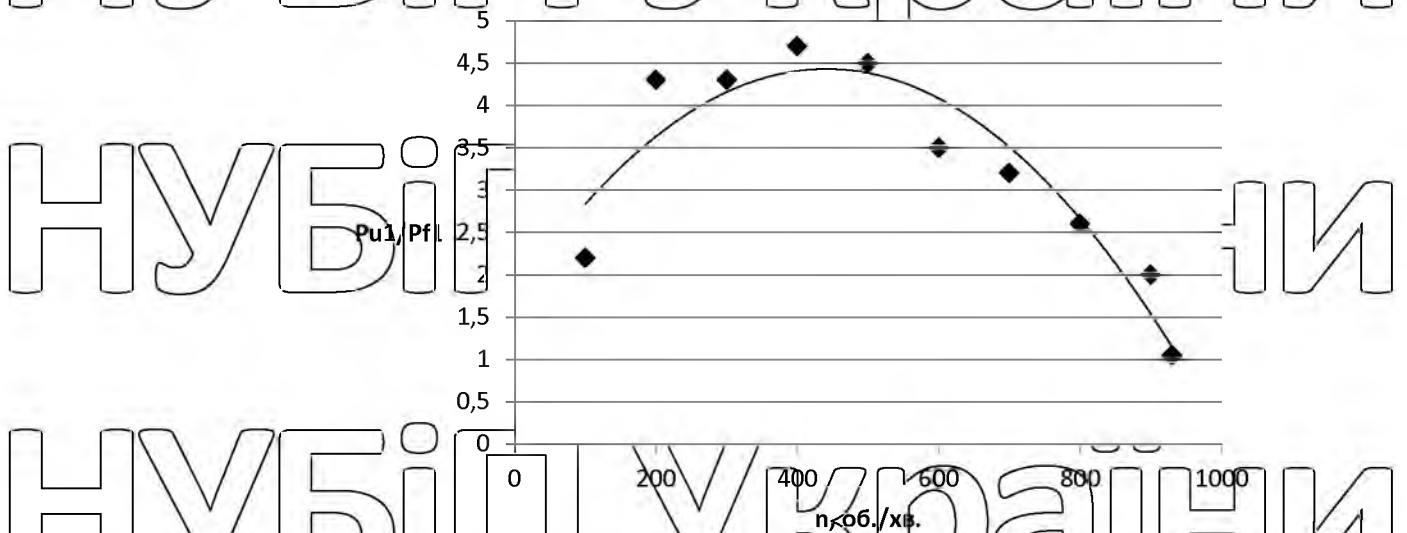


Рис. 3.9. Залежність потужності, споживаної електродвигунам при живленні від перетворювача напруги, до потужності, споживаної при живленні від перетворювача частоти

3.4 Розробка системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату у пташнику

Проведені дослідження показали, що застосування перетворювача частоти в системі автоматичного керування вентиляцією в пташнику має значні переваги порівняно із існуючою системою з тиристорним перетворювачем напруги.

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

Частотний перетворювач VFD055E43A – це електронний пристрій, призначений для зміни частоти електричного струму (напруги). Частотний перетворювач складається з інвертора і випрямляча.

Основні технічні характеристики перетворювача: номінальна потужність двигуна - 5,5 кВт; номінальний вихідний струм, постійний момент - 13 А; вихідна частота - 0,1 ... 600 Гц; розміри - 130,0 x 260,0 x 169,2 мм; спосіб управління - S P W M; час розгону / уповільнення - 0,1 ... 600, с;

Частотний перетворювач має три аналогових входи, чотири багатофункціональних виходи (2 транзисторних і 2 релейних), по одному імпульсному і аналоговому виходу. Можливості управління: частотний і векторний алгоритм для розімкнених і замкнених систем, пряме керування моментом, виведення даних на п'ятирозрядний дисплей, автоматичний перезапуск, синхронізація з двигуном, компенсація ковзання і автоматичний підйом початкового пускового моменту, кілька варіантів автотестування.

Цей перетворювач має компактну конструкцію – забезпечує монтаж на DIN-рейку; простоту в обслуговуванні і введенні в експлуатацію; ПІД-регулятор; вольт-частотне управління. Формування характеристики V/f за трьома точками; вбудований RC-фільтр класу В; вбудований RS-485 (MODBUS); комунікаційні адаптери для мереж ProfiBus, DeviceNet, LonWork і CANopen, опціональний вивісний пульт PU06 і програмне забезпечення VFD PC; можливість активації векторного режиму шляхом перешивки firmwar.

Принципальна електрична схема системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату наведена на рис. 3.11.

За основу розробки було взято конструкцію і схемне рішення серійної станції ТСУ-2-КЛІУЗ.

Схема має автоматичний вимикач QF1, призначений для захисту від струмів короткого замикання, та перемикач SA для перемикання режимів роботи (робота в керуваному або некерованому режимі роботи).

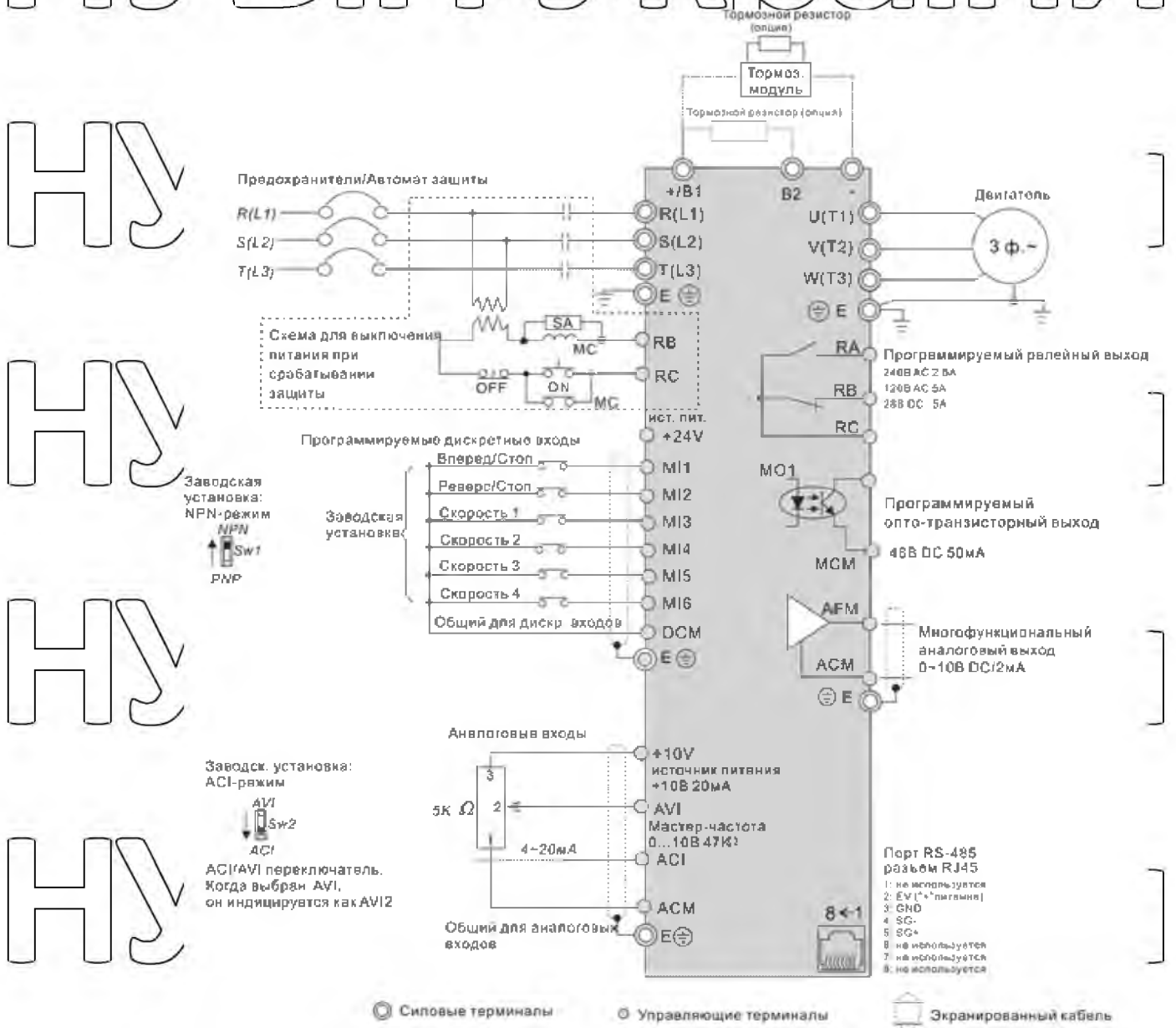


Рис. 3.10. Перетворювач частоти VFD055E43A

У керуваному режимі двигуни вентиляторів отримують живлення від перетворювача частоти AF.

Робота перетворювача частоти передбачена у ручному і автоматичному режимі. При роботі в ручному режимі перетворювач керується від вбудованого потенціометра, а в автоматичному режимі – від мікропроцесора TCM з нормуючим перетворювачем.

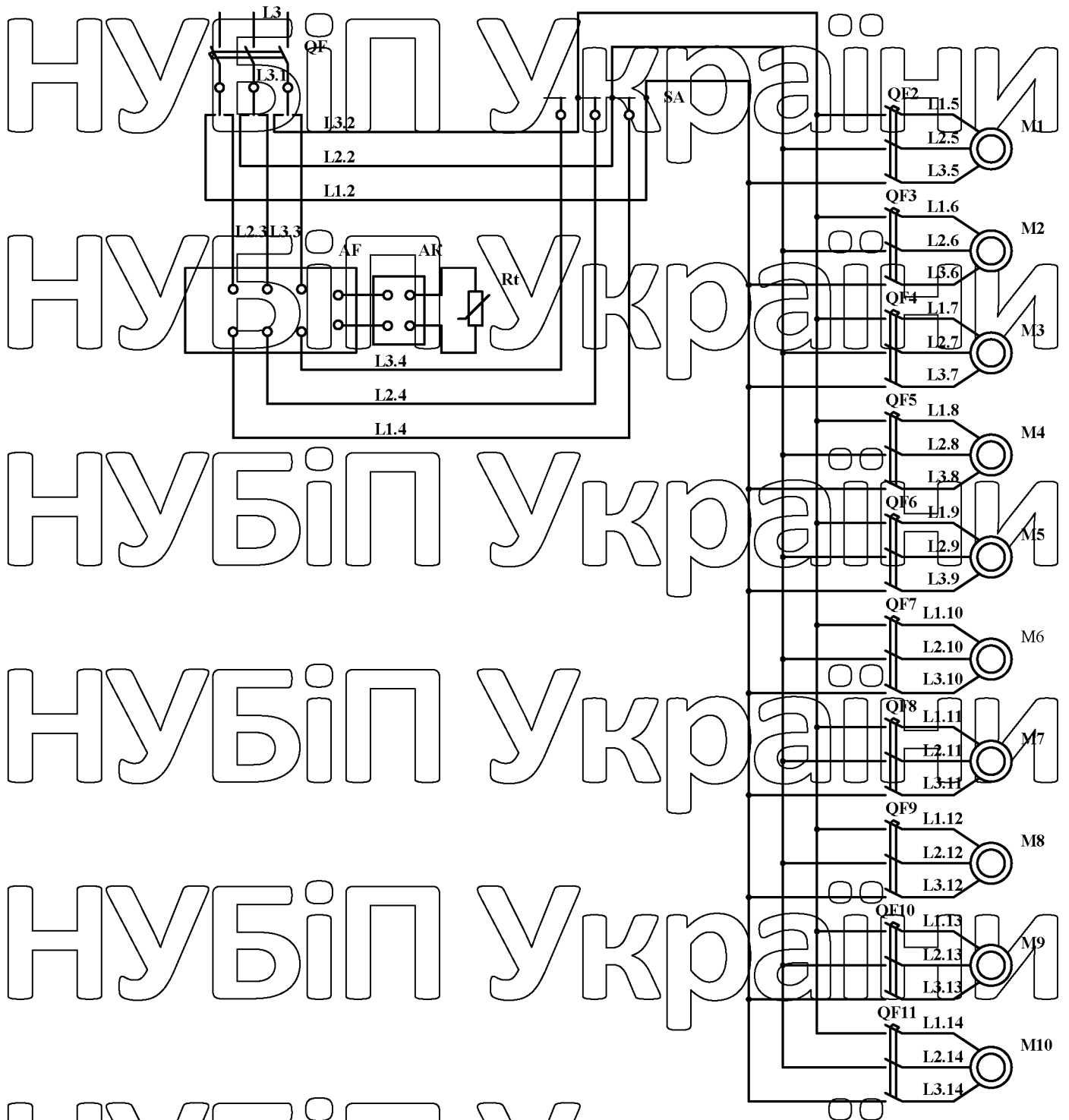


Рис. 3.11 Принципіальна електрична схема системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату

При налагодженні частотний перетворювач програмується так, щоб закон регулювання напруги від зміни частоти був $U=f^2$.

При роботі в некерованому режимі двигуни вентиляторів отримують живлення від мережі живлення.

Перетворювач частоти захищається від перевантаження вбудованим в нього блоком захисту. Електродвигуни вентиляторів, як і в існуючих станціях керування, від струмів короткого замикання і перевантажень захищаються автоматичними вимикачами, змонтованими поряд з вентиляторами.

3.5. Дослідження впливу станцій керування вентиляційними установками на форму кривої напруги живлення

Перетворювачі напруги та частоти струму є електроспоживачами з нелінійною вольт-амперною характеристикою. Такі споживачі споживають струм, форма якого суттєво відрізняється від синусоїдальної, що може призвести до таких наслідків:

1. Перегрів і ймовірне руйнування нульових робочих провідників кабельних ліній внаслідок перевантаження струмами третьої гармоніки.

2. Спотворення форми синусоїдальної напруги живлення.

3. Гармоніки, які генерує нелінійне навантаження, обумовлюють додаткові втрати електроенергії в трансформаторах.

4. В умовах несинусоїдальності струмів погіршуються умови роботи батареї конденсаторів, призначених для компенсації реактивної потужності.

5. Скорочення терміну служби електроустаткування, що обумовлюється тепловим і електричним старінням ізоляції.

6. Проходження вищих гармонік струму обмотками генераторів та по мережі живлення викликає в них додаткові втрати потужності та нагрівання.

7. Вищі гармоніки погіршують роботу пристроїв захисту та зв'язку.

Дослідження впливу тиристорного перетворювача напруги і частоти струму на форму кривої напруги мережі живлення здійснювали за допомогою цифрового осцилографа Vellman та цифрового мультиметра DMK-32.

Проведені дослідження електропривода оєвого вентилятора ВО-Ф-7,1А з тиристорним перетворювачем напруги станції керування „Кліматика -1” показали, що напруга на виході тиристорного перетворювача є несинусоїдальною (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, більше 300 В - п'ята і сьома гармоніки. Таким чином, чим вища напруга, тим менше вищих гармонік у струмі.

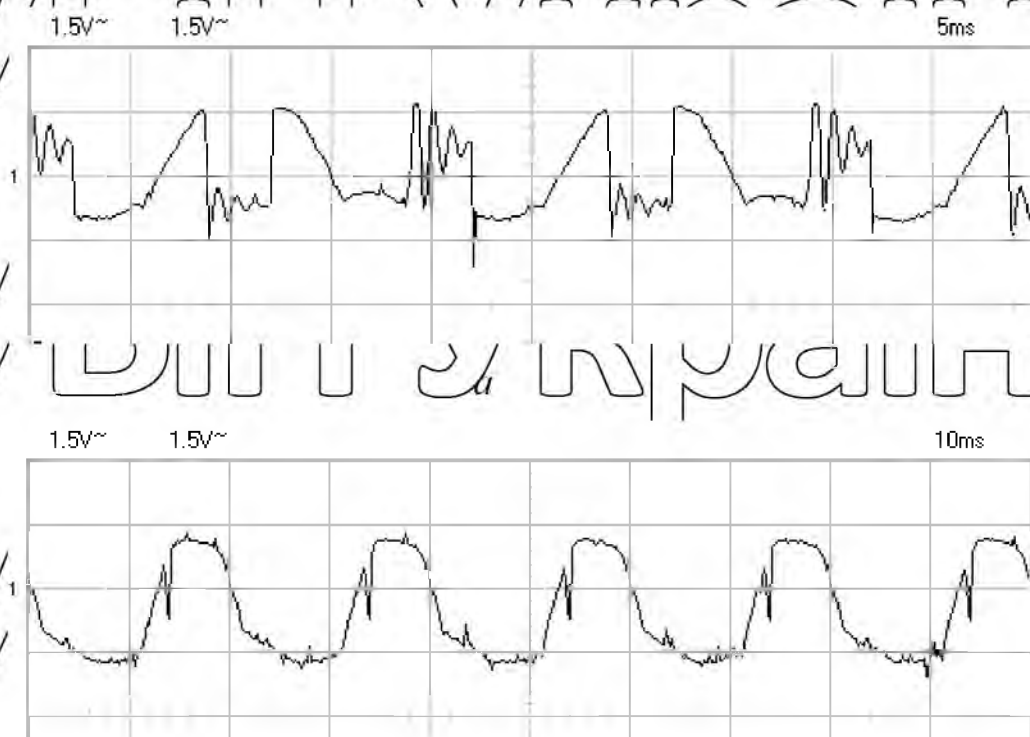


Рис. 3.12. Крива струму при живленні асинхронного електродвигуна від тиристорного перетворювача напруги:

а - 160 В; б - 380 В

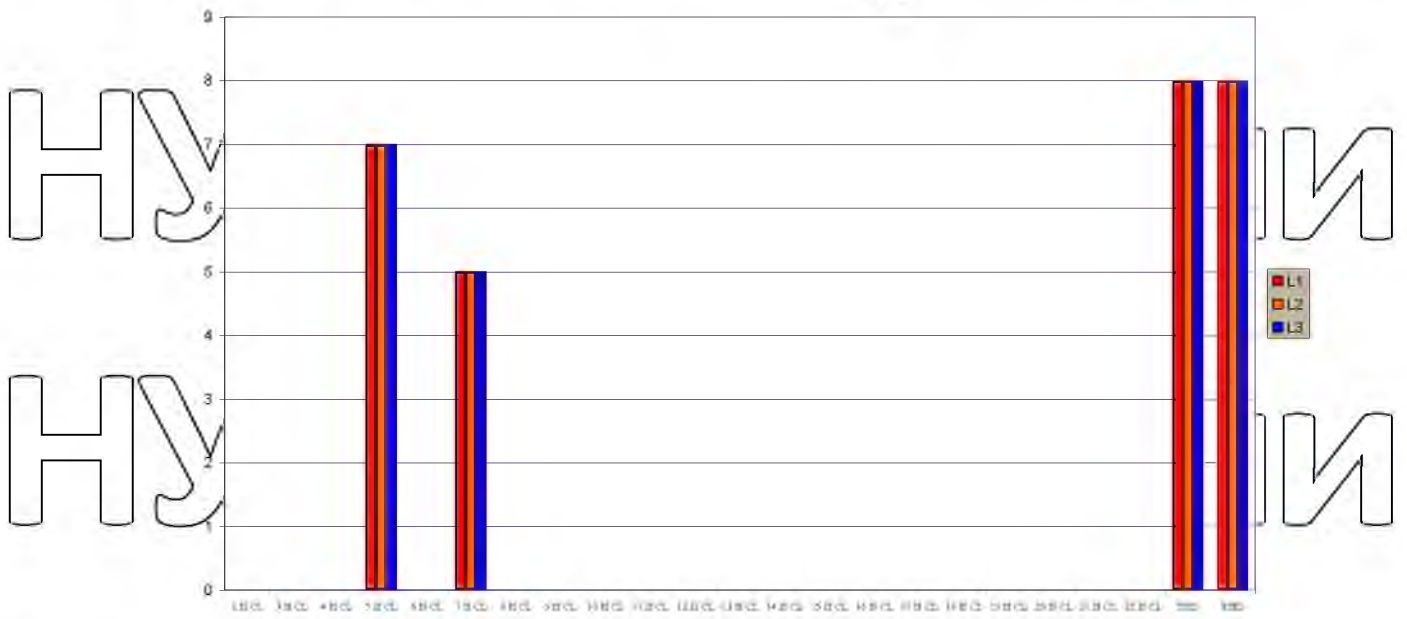
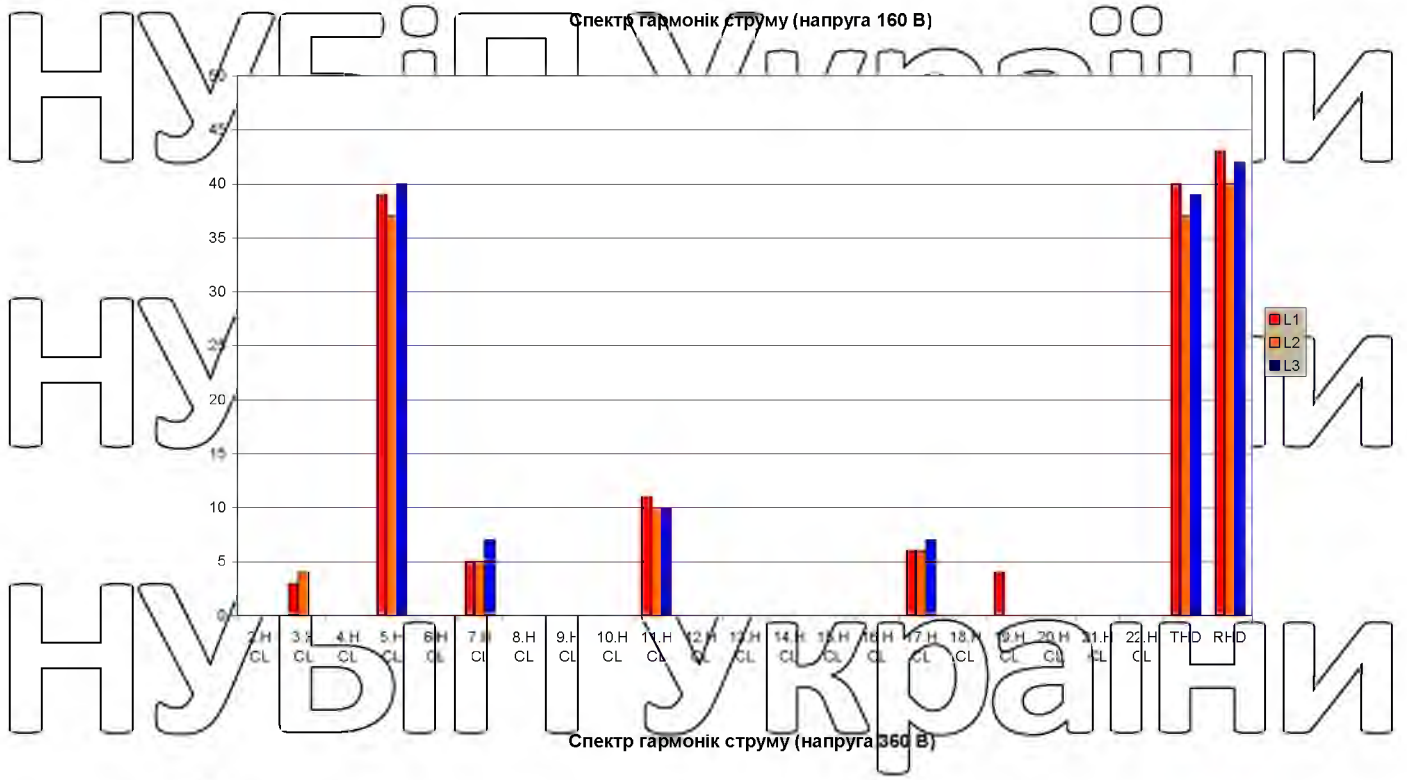


Рис. 3.13. Вищі гармоніки струму при живленні асинхронного електродвигуна від тиристорного перетворювача напруги

Були проведені дослідження електропривода осьового вентилятора ВО-Ф-7,1А з перетворювачем частоти струму. Вони показали, що напруга на виході перетворювача частоти струму є також несинусоїдальною (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 присутні з другої по дванадцяті гармоніки, від 20 до 35 Гц – з третьої по вісімнадцяті і двадцять перша гармоніки, більше 35 Гц – шістнадцята і вісімнадцята гармоніки. Таким чином, чим вища частота струму, тим менше вищих гармонік у ньому.

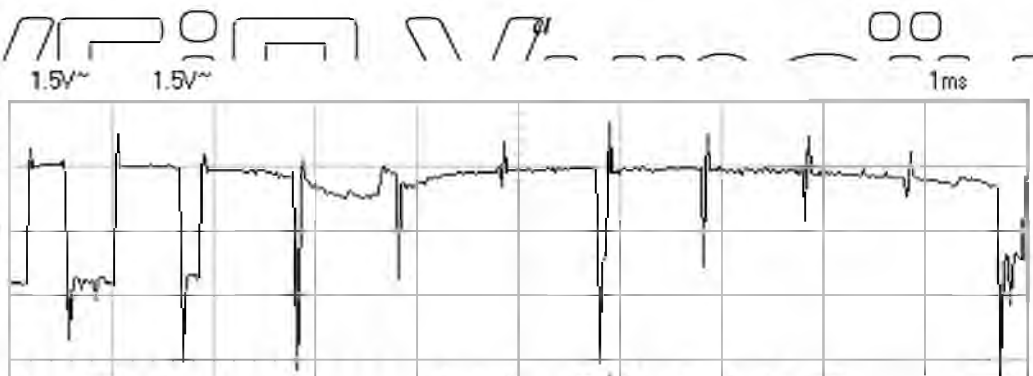
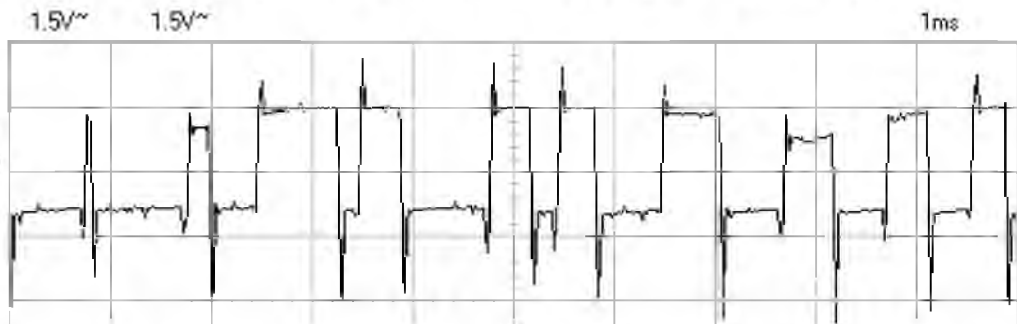
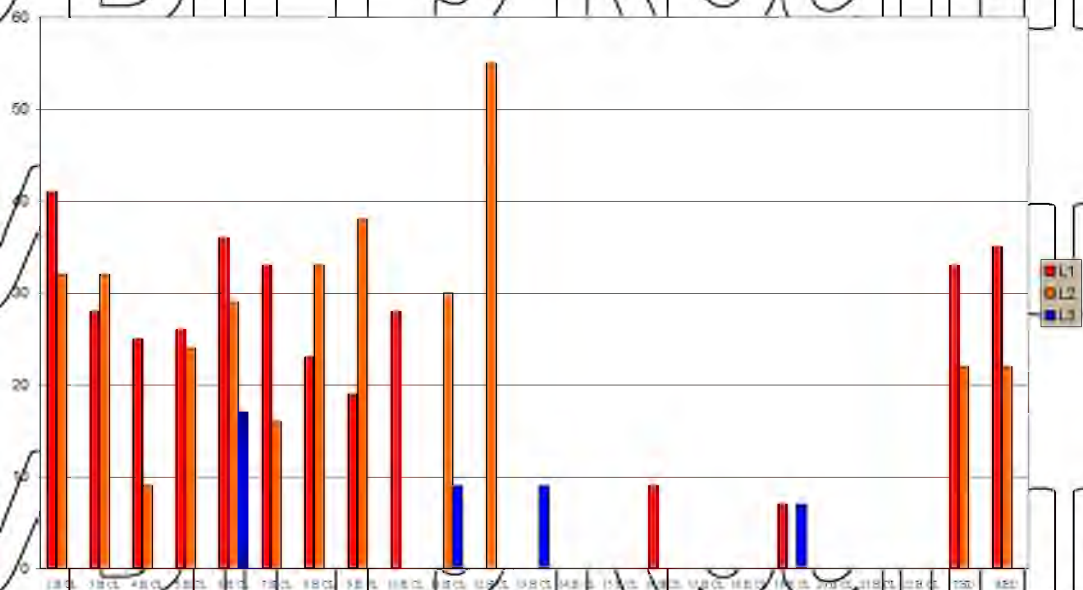


Рис. 3.14. Криві струму при живленні асинхронного електродвигуна від перетворювача частоти:

а – 10 Гц; б – 50 Гц

Спектр гармонік струму (частота 10 Гц)



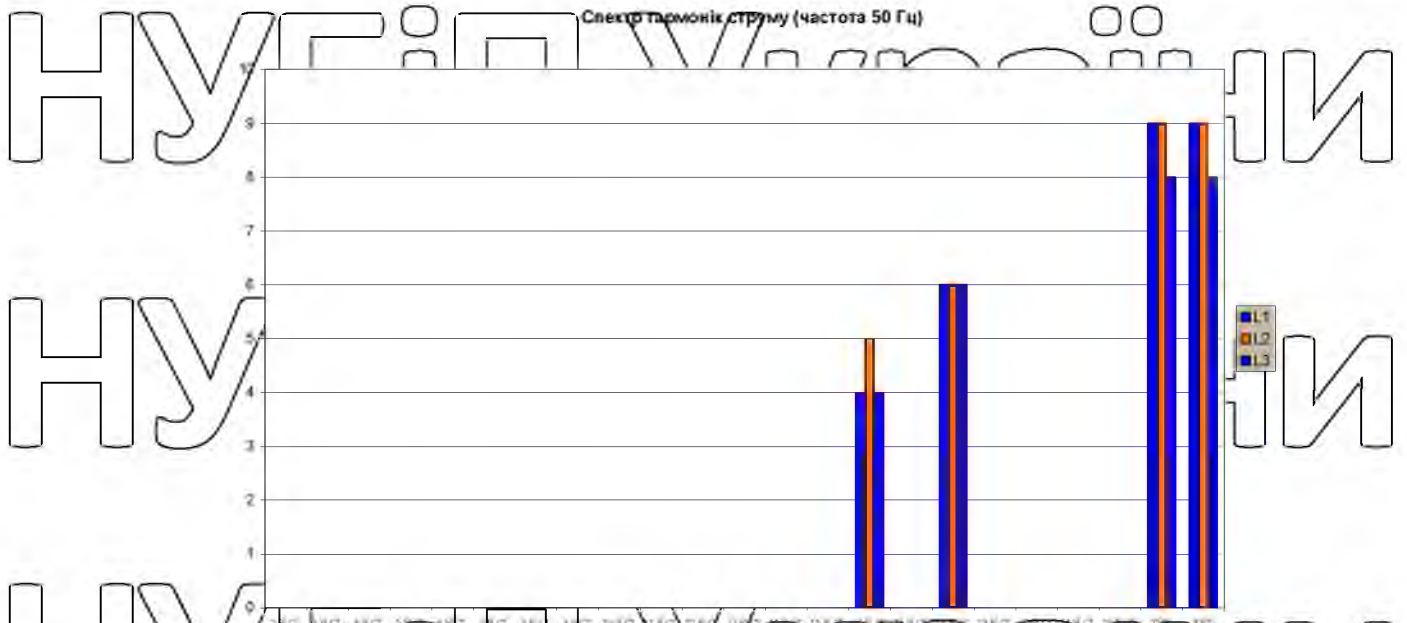


Рис. 3.5 Вищі гармоніки струму перетворювача частоти

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

Для визначення площі перерізу проводів та потужності живлячої трансформаторної підстанції необхідно провести розрахунок електричних навантажень ферми, що проектується.

Розрахунок електричних навантажень проводимо методом графіка навантажень [4]. Розрахунковим навантаженням називають найбільше із середніх значень повної потужності за час 30 хвилин (півгодинний максимум), який може виникнути на вводі до споживача або в живлячій мережі в розрахунковому році з імовірністю не менше 0,95. Розрізняють денні та вечірні розрахункові активні і реактивні навантаження.

При визначенні електричних навантажень тваринницьких ферм розрахункові навантаження на вводи в окремих будівлях і спорудах при наявності змінних або добових технологічних графіків роботи силового, нагрівального і освітлювального обладнання знаходять методом побудови графіка електричних навантажень.

Споживана активна потужність електродвигуна, кВт:

$$P_c = \frac{P_n \cdot K_z}{\eta}, \quad (4.1)$$

де P_n – номінальна потужність електродвигуна.

η – ККД електродвигуна.

K_z – коефіцієнт завантаження.

Споживана реактивна потужність електродвигуна, кВАр:

$$Q_{\text{спож.}} = P_c \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (4.2)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – кут, який відповідає значенню коефіцієнта потужності.

Розрахункові навантаження виробничих будівель птахоферми приведені в таблиці 4.1.

Півгодинний максимум визначають за ділянкою, де протягом півгодини споживча потужність найбільша. Підсумок розрахункових навантажень

проводимо за денним максимумом, оскільки денні розрахункові навантаження в більшій вечірніх, або дорівнюють вечірнім.

Визначаємо повну потужність виробничого комплексу за формулою:

$$S = \sqrt{1,06 \sum P^2 + \sum Q^2}, \quad (4.3)$$

де 1,06 – коефіцієнт, що враховує втрати потужності в мережі (6 %).

$$S = \sqrt{1,06 \cdot 26,78^2 + 13,76^2} = 30,8 \text{ кВА}$$

Оскільки птахофабрика має 9 пташників, то повна потужність буде 277,3 кВА.

Отже, вибираємо КТП 10/04 з трансформатором ТМ – 250 кВА.

4.2 Розрахунок зовнішніх електричних мереж

Вибір перерізу проводів повітряних ліній 0,38 кВ виконуємо за економічними інтервалами. Еквівалентне навантаження на кожній ділянці визначають за формулою:

$$S_{\text{екв}} = S_{\text{розра}} \cdot K_d, \quad (4.4)$$

де $S_{\text{розра}}$ – максимальне розрахункове навантаження; K_d – коефіцієнт динаміки росту навантаження.

Результати вибору перерізу проводів та їх марки наведені в таблиці 4.2.

Лінії електропередач необхідно розрахувати так, щоб за максимального навантаження в точці, найвіддаленішій від джерела живлення, відхилення напруги було не більше –5 %, а за мінімального навантаження в точці, наближеній до джерела, не більше +5 %.

Допустимі втрати напруги визначалися за допомогою таблиці відхилення напруги, складеної відповідно до схеми електричних мереж. На шинах РТП 35/10 кВ, від якої одержує живлення птахофабрика, повинно забезпечуватися зустрічне регулювання напруги в мережах від 0 до +5 % номінальної напруги електромережі, тобто відхилення на шинах підстанції повинно скласти:

$$\Delta U_{100}^T = +5\% \text{ і } \Delta U_{25}^T = 0\%.$$

Таблиця 4. 1.

Електричні навантаження пташника

Р _{сп.} , кВт	Q _{сп.} , кВАр	Час роботи за добу, год.	Години доби																								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
4,68	3,36	3																									
1,92	1,0	3																									
0,8	0,56	3																									
0,42	0,32	1																									
0,8	0,56	1																									
10,96	5,93	24																									
5,68	2,91	2																									
2,74	-	17																									
0,2	-	7																									

Назва споживача	Кормороздавач	Транспортер розлачі кормів Шнек бункера	Яйцесортувальна машинка	Яйцезбиральний транспортер	Вентилятори	Теплогенератор	Робоче освітлення	Чергове
--------------------	---------------	---	----------------------------	-------------------------------	-------------	----------------	-------------------	---------

НУБІГ УКРАЇНИ

НУБІГ УКРАЇНИ

НУБІГ УКРАЇНИ

НУБІГ УКРАЇНИ

НУБІГ УКРАЇНИ

НУБІГ УКРАЇНИ

Таблиця 4.2

Визначення перерізу проводів

Ділянка лінії	Срозр, кВА	К _д	Секр, кВА	Марка проводу	Довжина ділянки, м	ΔU, В на ділянці	від ТП
Лінія 1							
2 – 3	30,81	0,7	21,57	3А25+А25	130	2,2	6,9
1 – 2	61,62	0,7	43,13	3А50+А50	130	2,6	4,7
0 – 1	92,43	0,7	65,05	3А50+А50	70	2,1	2,1
Лінія 2							
5 – 6	30,81	0,7	21,57	3А25+А25	130	2,2	6,0
4 – 5	61,62	0,7	43,13	3А50+А50	130	2,6	3,8
0 – 4	92,43	0,7	65,05	3А50+А50	40	1,2	1,2
Лінія 3							
8 – 9	30,81	0,7	21,57	3А25+А25	130	2,2	6,9
7 – 8	61,62	0,7	43,13	3А50+А50	130	2,6	4,7
0 – 7	92,43	0,7	65,05	3А50+А50	70	2,1	2,1

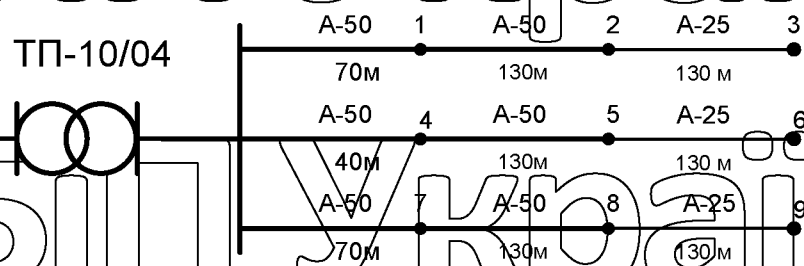


Рис. 4.1. Схема повітряних ліній птахоферми

Таблиця 4.3

Відхилення та втрати напруги в електромережі

Елементи схеми енергозабезпечення	Режим роботи	
	100 %	25 %
Шини 10 кВ РТП-35/10 кВ	+3	-1
Лінії 10 кВ	-4,5	-1,1
Трансформатор ТП 10/0,4 кВ:		
Постійна надбавка	0	+5
Регулююча надбавка	+2,5	+2,5
Втрати	+4	-1
Допустимі втрати в лінії 0,38 кВ	-7	0
Відхилення напруги на затискачах електроприймачів	-5	+4,4

Проводи повітряних ліній 0,38 кВ повинні задовольняти умові допустимої втрати напруги:

$$\Delta U_{\text{л.}} \leq \Delta U_{\text{доп.}}, \quad (4.5)$$

де $\Delta U_{\text{л.}}$ – сумарні дійсні втрати напруги на всіх ділянках лінії 0,38 кВ від трансформаторної підстанції до віддаленого об'єкту мережі, %;

$\Delta U_{\text{доп.}}$ – допустимі втрати напруги в цій лінії, %.

Сумарні втрати напруги визначають за формулою:

$$\Delta U_{\text{л.}} = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \dots + \Delta U_n, \quad (4.6)$$

де $\Delta U_1, \Delta U_2, \dots, \Delta U_n$ – дійсні втрати напруги на 1, 2, ..., n ділянках, %.

$$\Delta U_{\text{л.}} = \frac{100(r_0 \cdot P_p + x_0 \cdot Q_p)}{U_{\text{ном.}}^2}, \quad (4.7)$$

де r_0 – активний опір проводів ділянки лінії Ом/км;

P – активна потужність, яка передається ділянкою лінії, кВт;

l – довжина ділянки лінії, км;

$U_{\text{ном.}}$ – номінальна напруга лінійної мережі, В,

x_0 – індуктивний опір проводів ділянки лінії, Ом/км;

Q – реактивна потужність, яка передається ділянкою лінії, кВАр.

Результати розрахунків зведені в таблицю 4.2

Максимальні фактичні втрати напруги в лініях становлять $\Delta U_{\text{л.}} = 6,9\%$, а допустимі втрати $\Delta U_{\text{доп.}} = 7\%$.

Таким чином, $U_{\text{л.}} = 6,9\% < \Delta U_{\text{доп.}} = 7\%$, тобто переріз проводів всіх ділянок ліній вибрано правильно.

4.3 Перевірка електричних мереж на можливість пуску асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором

Найпотужнішим на птахофермі є електродвигун транспортера для видалення посліду АІР100Л4СУ2, який має таку технічну характеристику: $P_{\text{н}} = 4,0$ кВт; $n_{\text{н}} = 1410$ об/хв; $I_{\text{н}} = 8,5$ А; $\cos\phi = 0,84$; $\eta = 0,85$; $K_{\text{т}} = 7,0$.

Двигун запуситься, якщо фактичне зниження напруги на затискачах електродвигуна не перевищує максимально допустимого значення.

$$\Delta U_{\text{факт}} \leq \Delta U_{\text{доп.}} \quad (4.8)$$

Допустимі втрати напруги визначаються за формулою [6, 8]:

$$\Delta U_{\text{дор}} = \left(1 - \sqrt{\frac{M_{\text{зруш}} + M_{\text{надл}}}{M_{\text{пуск}}}}\right) \cdot 100\%, \quad (4.9)$$

де $M_{\text{зруш}}$ – момент зрушення робочої машини, приведений до валу електродвигуна, Н·м;

$M_{\text{надл}}$ – необхідний надлишковий момент при пуску двигуна, який

приймаємо $(0,2 \dots 0,3)M_n$, Н·м;

$M_{\text{пуск}}$ – пусковий момент електродвигуна, який дорівнює $2M_n$.

$$M_n = 9550 \cdot \frac{P_n}{n_n} = 9550 \cdot \frac{4}{1410} = 27,09 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{зруш}} = 0,6 \cdot M_n = 0,6 \cdot 27,09 = 16,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{надл}} = 0,2 \cdot M_n = 0,2 \cdot 27,09 = 5,42 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тоді

$$\Delta U_{\text{дор}} = \left(1 - \sqrt{\frac{16,2 + 5,42}{54,18}}\right) \cdot 100\% = 37\%.$$

Фактичні втрати напруги визначаються за формулою:

$$\Delta U_{\text{факт}} = \Delta U_{\text{ф.л}} + \Delta U_{\text{тр}} + \Delta U_{\text{надб}} + \Delta U_{\text{шунт}} \quad (4.10)$$

де $\Delta U_{\text{ф.л}}$ – фактичні втрати напруги в лінії;

$\Delta U_{\text{тр}}$ – втрати напруги в трансформаторі;

$\Delta U_{\text{шунт}}$ – значення втрат напруги на шині.

$$\Delta U_{\text{ф.л}} = \Delta U_{\text{пол.втр}} + \frac{Z_{\text{л}} + Z_{\text{тр}}}{Z_{\text{л}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{об}}}^2 \quad (4.11)$$

де $\Delta U_{\text{пол.втр}}$ – втрати напруги в лінії до пуску двигуна;

$Z_{\text{л}}$ – повний опір лінії, Ом;

$Z_{\text{дв}}$ – повний опір двигуна, Ом;

$Z_{\text{тр}}$ – повний опір трансформатора, Ом.

Повні опори визначаються таким чином:

$$Z_{\text{л}} = \sqrt{R_{\text{л}}^2 + X_{\text{л}}^2}; \quad (4.12)$$

$$Z_{\text{об}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot I_n \cdot K_i} \quad (4.13)$$

$$Z_{mp} = \frac{U_k \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} \quad (4.14)$$

де S_n – потужність трансформатора;
 U_k – втрати напруги при короткому замиканні;

Опір лінії:

$$R_a = R_{ie1} + R_{ie2} + R_1 + R_2 + R_3, \hat{h} \quad (4.15)$$

де R_{ie1} – опір повітряної лінії, Ом;
 R_1 – опір кабелю від ввідного щита до РГМ, Ом;
 R_2 – опір проводу від розподільчого пристрою до двигуна, Ом;
 R_3 – опір контактів автоматів та магнітних пускачів, Ом.

Опір лінії:

$$R_l = 1,14 \cdot 0,13 + 0,576 \cdot 0,2 + 6,41 \cdot 0,02 + 12,5 \cdot 0,09 + 12,5 \cdot 0,01 + 0,07 = 1,71 \text{ Ом}$$

$$X_l = X_0 \cdot l_1 = 0,39 \cdot 0,33 = 0,13 \text{ Ом}.$$

$$Z_l = \sqrt{(1,71)^2 + (0,13)^2} = 1,71 \text{ Ом}.$$

$$Z_{об} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 8,5 \cdot 7} = 3,69 \text{ Ом}.$$

$$Z_{mp} = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 250 \cdot 10^3} = 0,029 \text{ Ом}.$$

Фактична втрата напруги складає:

$$\Delta U_{ф.л} = 5,85 + \frac{1,71 + 0,029}{1,71 + 0,03 + 3,69} \cdot 100 = 37,85\%$$

Зниження напруги під час пуску двигуна:

$$\Delta U_{ф.л} = 37,85 + 4 - 7,5 + 1,5 = 35,85\%.$$

Отже,

$$35,85\% \approx 37\%.$$

Оскільки умова виконується, то пуск електродвигуна транспортера для прибирання посліду і нормальна робота раніше увімкнених двигунів буде можливою.

4.4 Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах однофазних та трифазних коротких замикань

Щоб перевірити надійність спрацювання захисної апаратури, необхідно визначати струм однофазного та трифазного короткого замикання в найвіддаленішій точці електричного кола.

Перевірку здійснюємо для автоматичного вимикача ВА2001-3P-C-10A, $I_{нр}=10A$, який захищає електродвигун транспортера для прибирання посліду, і розміщений на відстані 10 м від електродвигуна.

Умова перевірки автоматичного вимикача[6].

$$I_{к.з}^{(1)} \geq 3I_{розч} \quad (4.16)$$

$$I_{к.з}^{(1)} \geq K_z \cdot K_p \cdot I_{відс.розч} \quad (4.17)$$



Рис. 4.2. Розрахункова схема для перевірки автоматичного вимикача

Струм однофазного короткого замикання визначається за формулою:

$$I_{к.з}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_n}, \quad (4.18)$$

де Z_m – повний опір трансформатора при замиканні на корпус;

$$Z_m/3 = 26/S_n = 26/250 = 0,10 \text{ Ом}$$

Z_n – опір петлі “фаза-нуль”, Ом;

S_n – номінальна потужність, кВА.

$$Z_n = \sqrt{(\sum R_n)^2 + (\sum X_n)^2}, \text{ Ом} \quad (4.19)$$

де $\sum R_n$ – сума активних опорів петлі фаза - нуль, Ом;

$\sum X_n$ – сума реактивних опорів окремих елементів петлі, Ом.

$$\sum R_n = R_{\phi 1} + R_n + R_{\phi 2} + R_{\phi 3} + R_{конт} \quad (4.20)$$

де R_{ϕ} , R_n – активний опір відповідно фазного і нульового проводу;

$R_{конт}$ – активний опір перехідних контактів, Ом.

Активний опір проводів для внутрішніх проводок визначають за формулою:

$$R_{\phi} = \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot K_t, \quad (4.21)$$

де ρ – питомий опір алюмінію при постійному струмі і температурі 20°C , $\rho=30$ Ом·мм²/км;

l – довжина проводу, км,

S – поперечний переріз проводу, мм².

K_t – температурний коефіцієнт:

$$K_t = [1 + \alpha \cdot (t - t_{20})], \quad (4.22)$$

де α – температурний коефіцієнт електричного опору, $\alpha = 0,004$;

t – розрахункова температура металу, $t=65^{\circ}\text{C}$;

t_{20} – початкова температура, $t_{20} = 20^{\circ}\text{C}$.

$$K_t = [1 + 0,004 \cdot (65 - 20)] = 1,18.$$

$$R_{\phi 1} = r_0 l = 0,576 \cdot 0,2 = 0,115 \text{ Ом}$$

$$R_{\phi 2} = 1,14 \cdot 0,13 = 0,148 \text{ Ом},$$

$$R_{\phi 3} = 31,25 \cdot \frac{0,02}{6} \cdot 1,18 = 0,123 \text{ Ом},$$

$$R_{\phi 4} = 31,25 \cdot \frac{0,09}{2,5} \cdot 1,18 = 1,328 \text{ Ом},$$

$$R_{\phi 5} = 31,25 \cdot \frac{0,01}{2,5} \cdot 1,18 = 0,147 \text{ Ом}.$$

$$R_{\text{конт}} = 0,015 + 0,025 + 0,03 = 0,07 \text{ Ом}.$$

$$\sum R_n = 0,115 + 0,148 + 0,123 + 1,328 + 0,147 + 0,07 = 1,93 \text{ Ом}.$$

$$\sum X_n = 2\alpha' + 2\alpha'', \quad (4.23)$$

де α' – зовнішній індуктивний опір обумовлений взаємодією фазним та нульовим проводом, Ом;

α'' – внутрішній індуктивний опір, Ом.

Наближено індуктивний опір для чотирипровідної повітряної лінії з алюмінієвими проводами

Тоді

$$\sum X_n = 2 \cdot 0,39 = 0,78 \text{ Ом.}$$

$$Z_n = \sqrt{(\sum R_n)^2 + (\sum X_n)^2} = \sqrt{(2 \cdot 1,93)^2 + (0,78)^2} = 3,94 \text{ Ом.}$$

Отже, струм однофазного короткого замикання:

$$I_{кз}^{(1)} = \frac{220}{0,1 + 3,94} = 54,5 \text{ А.}$$

Оскільки $54,5 \text{ А} > 10,3 \text{ А} \approx 30 \text{ А}$, тобто $I_{кз}^{(1)} \geq 3I_{розл}$ Умова перевірки

автоматичного вимикача виконується, тобто вибраний автоматичний вимикач ВА2001-3P-C-10А буде здійснювати захист від однофазних коротких замикань.

Захисні апарати в мережі 0,38 кВ необхідно перевіряти за гранично вимикальною здатністю за умовою [4]:

$$I_{гр.вим.} \geq I_{кз}^{(3)} \text{ А} \quad (4.24)$$

де $I_{гр.вим.}$ – гранично вимикальна здатність апарата, А.

Перевірку виконуємо для автоматичного вимикача ВА2001-3P-C-10А, який захищає електродвигун транспортера для прибирання послиду.

Струм трифазного короткого замикання визначають за формулою:

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{U_{л}}{\sqrt{3} \sqrt{(\sum R_k)^2 + (\sum X_k)^2}}, \text{ А}, \quad (4.25)$$

де $U_{л}$ – лінійна напруга, В;

R_k і X_k – відповідно сума активних і реактивних складових опорів кола трифазного короткого замикання, Ом.

У загальному випадку:

$$\sum R_k = R_T + R_{\phi}, \text{ Ом}; \quad (4.26)$$

$$\sum X_k = X_T + X_{\phi}, \text{ Ом}, \quad (4.27)$$

де R_T і X_T – відповідно активна і реактивна складові повного опору трансформатора Z_T при трифазному короткому замиканні, Ом;

R_{ϕ} і X_{ϕ} – відповідно активний і реактивний опори проводів до точки короткого замикання, Ом.

Значення цих параметрів визначають за формулами:

$$Z_T = \frac{U_k \% \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n}, \text{ Ом}; \quad (4.28)$$

$$R_T = \frac{\Delta P_M \cdot U_n^2}{S_n^2}, \text{ Ом}; \quad (4.29)$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}, \text{ Ом}, \quad (4.30)$$

де S_n – номінальна потужність трансформатора, $S_n = 250$ кВА;

U_k % - напруга короткого замикання трансформатора, %;

ΔP_M – втрати короткого замикання трансформатора, кВт.

$$Z_T = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 250 \cdot 10^3} = 0,029 \text{ Ом};$$

$$R_T = \frac{3700 \cdot 400^2}{250000^2} = 0,009 \text{ Ом};$$

$$X_T = \sqrt{(0,029)^2 - (0,009)^2} = 0,027 \text{ Ом}.$$

Струм трифазного короткого замикання на ввіді в розподільчий пристрій:

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum R_k)^2 + (\sum X_k)^2}}, \text{ А}. \quad (4.31)$$

$$\sum R_k = R_T + R_\phi = 0,115 + 0,148 + 0,123 + 1,328 + 0,147 + (0,025 + 0,015) + 0,009 = 1,91 \text{ Ом}.$$

$$\sum X_k = X_T + X_\phi = 0,39 + 0,027 = 0,42 \text{ Ом}.$$

Тоді струм трифазного короткого замикання

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(1,91)^2 + (0,42)^2}} = 118,3 \text{ А},$$

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_{кз}^{(3)} = 1,41 \cdot 118,3 = 166,9 \text{ А}.$$

Оскільки $I_{гр.вим} = 6$ кА, то маємо: $6000 > 166,9$

Отже, вибраний автоматичний вимикач задовольняє умову перевірки за гранично вимикальною здатністю.

НУБІП України

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

Проекти на електромонтажні роботи виконуються відповідно до Правил улаштування електроустановок, Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, діючими правилами протипожежної безпеки, відомчими інструкційними вказівками, монтажними інструкціями заводів-виготовників обладнання.

До електромонтажних робіт на об'єктах приступають при наявності технічної документації. Спеціальні види робіт, які потребують особливої підготовки персоналу, можуть виконуватись тільки особами, допущеними до їх проведення. Ці особи повинні мати посвідчення на право виконання вказаних робіт і про проходження перевірки знань з техніки безпеки.

Електромонтажні роботи виконуються в дві стадії. На першій стадії виконують всі підготовчі і заготівельні роботи. До них відносяться знайомство з проектом і розробка лінійних і сіткових графіків, розробка технологічного проекту електромонтажних робіт. В ньому враховується почерговість і послідовність монтажу.

На першій стадії вирішують всі питання, пов'язані з організацією праці; перевірка і вивчення проектної документації; огляд і перевірка готовності приміщення, розробка проекту організації монтажних робіт, визначення потреб в робочій силі; складання графіків руху робітників; перевірка комплектності машин, обладнання, апаратури керування; розробка заходів з техніки безпеки.

Всі підготовчі роботи виконуються поза зоною монтажу.

На другій стадії виконуються основні електромонтажні роботи. Прокладають силові і освітлювальні мережі на тросах, оголюють і приєднують жили проводів і кабелів до клем зібраних шаф і пультів у відповідності з монтажною схемою, передбаченою проектом.

Друга стадія закінчується пусканалагоджувальними роботами, які включають в себе: огляд обладнання, виявлення недоробок, вимірювання опору

ізоляції, перевірка вільного вмикання рукояток приводів, фазування ліній без подачі напруги в схему, роботи з подачею напруги в оперативні кола керування (перевірка дії всіх елементів схеми, їх блокування, робота апаратів керування); здійснення ручкою керування електроприводами при подачі напруги в силові і оперативні кола; комплексне випробування, режим наладки.

5.2 Розрахунок робіт в експлуатації електрообладнання. Визначення кількості обслуговуючого персоналу

Організація робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту електрообладнання проводиться силами електротехнічної служби птахофабрики.

Кількісний склад електротехнічної служби птахофабрики визначається відповідно до кількості умовних одиниць, в яких відображено все електрообладнання.

Середнє навантаження на одного електромонтера становить 100 умовних одиниць.

Тоді загальна необхідна кількість електромонтерів дорівнює:

$$N = E / 100, \text{ чол.} \quad (5.1)$$

де E - об'єм робіт в умовних одиницях.

$$N = 562 / 100 = 5,62 \text{ чол.}$$

Із загальної кількості електромонтерів виділяють групу експлуатації та групу ремонту.

Кількість електромонтерів групи ремонту визначають за формулою:

$$N_{\text{ем.рем.}} = (Q_{\text{то}} + Q_{\text{пр}}) / \Phi, \quad (5.2)$$

де $Q_{\text{то}}$ та $Q_{\text{пр}}$ - відповідно річні затрати праці на проведення технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) електрообладнання;

Φ - річний фонд робочого часу, $\Phi = 1800$ год.

Таблиця 5.1

Умовні одиниці електрообладнання псахофабрики

Назва	Одиниці вимірювання	Кількість	Кількість умовних одиниць	
			На одиницю вимірювання	ВСЬОГО
Трансформаторна підстанція	шт	2	2,5	5,0
Повітряна лінія	км	2	3,93	7,86
Кабельна лінія	км	38	1,29	49,02
Розподільчі пункти	1 пряд.	216	0,5	108
Електричний привод с.-г. машин і установок	до 1 кВт	540	0,44	237,6
	1,1–10 кВт	54	0,61	32,94
Електроосвітлювальні установки	шт.	3708	0,14	519,12
Зовнішнє освітлення	шт	25	0,156	3,9
ВСЬОГО	-	-	-	361,96

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

$$Q_{\text{ТО}} = n_1 \cdot m_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot m_2 \cdot g_2 + \dots + n_n \cdot m_n \cdot g_n, \quad (5.3)$$

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

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.

Таблиця 5.2

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

Найменування обладнання	Кількість	Кількість в рік		Трудомісткість, люд.год		Річні затрати люд.год	
		ТО	ПР	ТО	ПР	ТО	ПР
Трансформаторні підстанції	2	3	1	8	100	48	200
Повітряні лінії	60	11	1	0,1	1,5	66	90
Кабельні лінії	38	3	1	1,2	4,8	136,8	684
Силові збірки	18	7	1	0,8	12	100,8	216
Освітлювальні щитки	18	7	1	0,23	4,2	29	75,6
Електродвигуни 1,1 кВт, 1000 об/хв	432	4	0,5	0,3	4,0	518,4	864
Електродвигуни 1,1 кВт, 1500 об/хв	108	4	0,5	0,3	3,9	129,6	210,6
Електродвигуни 3 кВт, 1500 об/хв	18	4	0,5	0,4	4,3	28,8	38,7
Електродвигуни 5,5 кВт, 1500 об/хв	18	4	0,5	0,5	4,8	36	43,2
Електродвигуни 5,5 кВт, 1000 об/хв	18	4	0,5	0,5	5,0	36	45
Автоматичні вимикачі	630	11	1	0,25	1,75	1733	1102
Електромагнітні пускачі	216	11	1	0,26	1,51	617,8	326,2
Теплові реле	216	11	1	0,25	0,85	594	183,6
Світильники	3708	3	1	0,15	0,4	1667	1483
ВСЬОГО	-	-	-	-	-	5741	5562

Кількість електромонтерів групи ремонту:

$$N_{\text{ем,рем}} = (5741 + 5562) / 1800 = 6,3 \text{ чол.}$$

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 і ремонту електротехнічного обладнання складають річний графік проведення ПР і кварталні графіки проведення ТО.

Як інтервал часу при складанні річного графіка проведення ПР приймають місяць, а для кварталного графіка ТО – декаду або тиждень.

Річний графік ТО і ПР електрообладнання пташника наведено в таблиці 5.3.

5.4 Організація обліку електроенергії

Облік електричної енергії дає можливість раціонально її використовувати, аналізувати споживання енергії, ступінь економічної ефективності електрифікації, причини перевитрат електроенергії, а також шукати шляхи її економії.

Облік активної енергії на птахофабриці проводиться трифазним лічильником СА4У, який включений через трансформатор струму ТК-40 на стороні низької напруги трансформаторної підстанції ЗТП-250.

Лічильники активної енергії та інші апарати обліку електроенергії обов'язково пломбуються.

Таблиця 5.3

Режимний план графіків проведення ТОі ПР на картоплесховищі Δ - ПР

Споживачі	Тижні року						
	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	1	2	3
1 Електродвигуни							
2 Автоматичні вимикачі							
3 Електромагнітні пускачі							
4 Теплові реле							
5 Світильники							
6 Освітлювальний щит							
7 Силові (збірки)							
8 Кабель							

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Аналіз стану безпеки праці в господарстві

На птахофабриці створена служба охорони праці, яку очолює інженер з охорони праці.

Проводяться такі види інструктажу: ввідний, первинний, на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний. Ввідний інструктаж проводять головні спеціалісти господарства за галузями. На робочому місці безпосередні керівники конкретних ділянок робіт.

Електротехнічний персонал навчений безпечним приемам праці і щорічно проходить перевірку знань ППБ.

Таблиця 6.1

Показники виробничого травматизму

Показники	Позначення	2020	2021
Кількість працюючих	С	587	580
Кількість травм	Т	3	2
Втрати працездатності	Д	8	4
Частота травм	$Kч = T \cdot 1000 / C$	5,1	3,4
Тяжкість травм	$Kт = Д / Т$	2,6	2
Показники травм	$Kп = Kч \cdot Kт$	13,3	6,8

До виробничих шкідливих і небезпечних факторів відносяться: запиленість і підвищена вологість повітря, шум, зниження і підвищення температури тощо.

Всі ці фактори впливають на стомленість та стійкість до хвороб обслуговуючого персоналу.

В процесі роботи електричного і технологічного обладнання можливі різні травми пов'язані з ураженням електричним струмом або шкідливими небезпечними виробничими фактори. Наприклад, виступаючі і рухомі частини обладнання. Для усунення травматизму відкриті обертові частини механізмів необхідно закрити кожухами або загородити від вільного доступу.

Проектований об'єкт – пташник є особливо сирим приміщенням із хімічно активним середовищем.

Пташник відноситься до особливо небезпечних приміщень стосовно небезпеки ураження людей електричним струмом.

Проектований пташник за ступенем пожежної безпеки відноситься до класу пожежної зони III (вибухонебезпечної Д).

6.2 Заходи з охорони праці

Для усунення небезпечних та шкідливих факторів розроблено такі технічні та організаційні заходи:

- забезпечення робочих місць місцевим освітленням;
 - захист від проникнення до обертових частин машин і механізмів шляхом установа огороджень і захисних блокувань;
 - запобігання вибуху в разі виникнення небезпечної концентрації пари на дільницях просочування, сушіння та фарбування шляхом установа вибухобезпечних світильників і монтажу електропроводки в сталевих трубах;
 - видалення із приміщень шкідливих газів та забезпечення припливу свіжого повітря шляхом монтажу системи вентиляції, яка складається з витяжних і припливних вентиляторів;
 - захист від ураження електричним струмом шляхом монтажу заземлювального пристрою на ввід до виробничого об'єкта, занулення металевих частин обладнання, а також використання електрозахисних засобів;
 - захист споруди від прямих ударів блискавки шляхом спорудження системи блискавкозахисту;
 - установа пожежних кранів, щитів з інвентарем для гасіння пожежі та оснащення окремих приміщень і робочих місць вогнетасниками.
- Обслуговуючий персонал забезпечується спеодягом та індивідуальними засобами захисту.

Під час ремонту або техогляду обладнання на щитах управління і шафах вивішуються плакати „Не вмикати – працюють люди”.

Для надання первинної долікарської допомоги потерпілому в диспетчерській передбачено два комплекти медичних аптечок, які своєчасно наповнюються медикаментами.

Для безпеки праці при обслуговуванні електроустановок проектом передбачено забезпечення обслуговуючого персоналу основними і додатковими засобами захисту, розрахунок яких приведений в таблиці 6.2.

В цій роботі індивідуальні засоби захисту від ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу птахофабрики розраховані відповідно з вимогами ПТБ і ПТЕ.

6.3 Розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції

Проектом передбачається встановлення заземлюючого пристрою на ТП 10/0,4 кВ. Вихідними даними для розрахунку є: потужність ТП 10/0,4 кВ: $S_{\text{ТП}} = 250$ кВА; кількість ліній; кількість повторних заземлювачів 1;2; питомий опір верхнього шару ґрунту, $\rho_1 = 270$ Ом·м; питомий опір нижнього шару ґрунту, $\rho_2 = 140$ Ом·м; товщина верхнього шару ґрунту, $h_1 = 3,5$ м; довжина лінії напругою 10 кВ, $L_{\text{л}} = 7,5$ км; довжина кабельної лінії 10 кВ, $L_{\text{к}} = 11$ км; - природний заземлювач – фундамент будівлі ($S_{\text{б}} = 1770$ м²); переріз горизонтального електрода 40 x 4 мм; вертикальні електроди довжиною $l = 5$ м; діаметром $d = 0,012$

М

Таблиця 6.2

Засоби захисту обслуговуючого персоналу

Найменування	Марка	Од. вим.	К-сть	Примітки
1. Штанга оперативна універсальна	ШОУ-10У1	шт.	2	
2. Кліщі ізоляційні	К-1000	шт.	2	засоби захисту зберігаються в спец. шафі
3. Показчик напруги	УНН-1	шт.	1	
4. Кліщі вимірвальні	Ц-91	шт.	1	
5. Монтажний інструмент ізольованими ручками	3 КСН4-2	ком.	2	
6. Рукавиці діелектричні		пар.	2	
7. Боти діелектричні		пар.	3	
8. Переносні заземлення 0,4 кВ		шт.	4	
9. Килимок діелектричний 45x45 см		шт.	3	
10. Плакати і знаки безпеки		шт.	5	

Виконуємо вимоги до мережі 0,38 кВ.

Схему заміщення має вигляд:

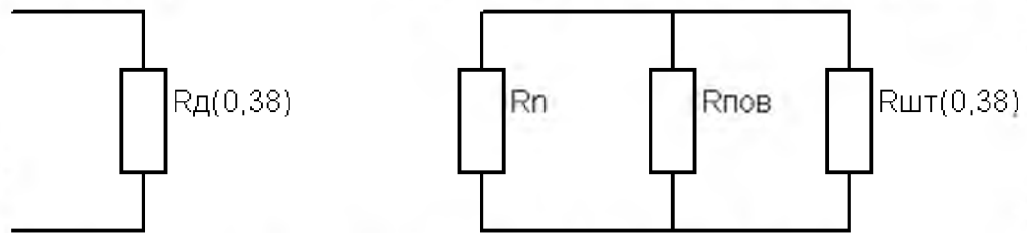


Рис. 6.1. Схема заміщення лінії 0,38 кВ

Для визначення допустимої величини опору заземлюючого пристрою визначаємо еквівалентний питомий опір двошарового ґрунту за формулою:

$$\rho_{екв} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot l}{\rho_1(t + k \cdot l - h_1) + \rho_2(h_1 - t)} \quad (6.1)$$

де k – коефіцієнт, рівний 1, коли $\rho_1 > \rho_2$;

t – глибина залягання електрода, $t = 0,8$ м.

$$\rho_{екв} = \frac{270 \cdot 140 \cdot 1 \cdot 1,5}{270(0,8 + 1,5 - 3,1) + 140(3,1 - 0,8)} = 219,510 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Тоді допустима величина опору заземлюючого пристрою з урахуванням питомого опору ґрунту складає:

$$R_{д(0,38)} \leq 0,04 \cdot \rho_{екв} = 0,04 \cdot 219,51 = 8,7 \text{ Ом}$$

Визначимо величину опору природного заземлювача, за який використовується залізобетонний фундамент будівлі:

$$R_n = 0,5 \cdot \frac{\rho_{екв.ф}}{\sqrt{S_c}} \quad (6.2)$$

де $\rho_{екв.ф}$ – еквівалентний питомий опір залізобетонного фундаменту, Ом · м.

Значення $\rho_{екв.ф}$ визначаємо за формулою:

$$\rho_{екв.ф} = \rho_1 \left(1 - e^{-\frac{\alpha \cdot h_1}{\sqrt{S_c}}} \right) + \rho_2 \left(1 - e^{-\frac{\beta \cdot \sqrt{S_c}}{h_1}} \right) \quad (6.3)$$

де $\alpha = 3,6$, $\beta = 0,1$, якщо $\rho_1 > \rho_2$

$$\rho_{\text{екв.ф}} = 270 \cdot 1 - e^{-\frac{3,6 \cdot 3,1}{\sqrt{1170}}} + 140 \cdot 1 - e^{-\frac{0,1 \cdot \sqrt{1170}}{3,1}} = 284,2 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

$$R_n = \frac{0,5 \cdot 284,2}{\sqrt{1170}} = 21,68 \text{ Ом}.$$

Опір $R_d(0,38) = 9,2 \text{ Ом}$ за схемою заміщення повинен бути забезпечений з урахуванням природних заземлювачів R_n , штучних заземлювачів $R_{шт}$ і сумарного опору всіх повторних заземлень повітряної лінії 0,38 кВ.

$$\frac{1}{R_d(0,38)} = \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_M} + \frac{1}{R_{шт}}. \quad (6.4)$$

Для визначення опору повторних заземлювачів складемо схему мережі 0,38 кВ (рис. 6.1)

Допустима величина сумарного опору всіх заземлюючі пристроїв повітряної лінії 0,38 кВ з урахуванням питомого опору ґрунту не повинна перевищувати 23 Ом.

Визначимо загальний опір заземлюючі пристроїв на лінії 1

$$\frac{1}{R_{л1}} = \frac{1}{R_{л1}} + \frac{1}{R_{л2}} + \frac{1}{R_{л3}} + \frac{1}{R_{л4}} \quad (6.5)$$

Оскільки $R_{л1} = R_{л2} = R_{л3} = R_{л4}$, то

$$R_{л1} = \frac{R_{л3}}{n_{л1}} = \frac{30}{4} = 7,5 < 23 \text{ Ом}, \quad (6.6)$$

де $n_{л1}$ — кількість повторних заземлювачів

Аналогічно:

$$R_{л2} = \frac{R_{л3}}{n_{л2}} = \frac{30}{4} = 7,5 < 23 \text{ Ом}; \quad (6.7)$$

$$R_{л3} = \frac{R_{л3}}{n_{л3}} = \frac{30}{4} = 7,5 < 23 \text{ Ом}. \quad (6.8)$$

Сумарний опір усіх заземлюючі пристроїв у мережі 0,38 кВ буде:

$$R_{нов} = \frac{R_{л1} \cdot R_{л2} \cdot R_{л3}}{R_{л1} \cdot R_{л2} + R_{л2} \cdot R_{л3} + R_{л1} \cdot R_{л3}} = \frac{7,5 \cdot 7,5 \cdot 7,5}{7,5 \cdot 7,5 + 7,5 \cdot 7,5 + 7,5 \cdot 7,5} = 2,5 \text{ Ом} \quad (6.9)$$

Знаючи R_n і $R_{нов}$, визначимо їх сумарне значення:

$$R_{екв} = \frac{R_n \cdot R_{пов}}{R_n + R_{пов}} = \frac{20,09 \cdot 2,5}{20,09 + 2,5} = 2,22 \text{ Ом.} \quad (6.10)$$

Оскільки $R_{екв} < R_d$, то $R_{ін}(0,38)$ приймаємо максимальне допустиме за ПУЕ тобто:

$$R_{шт}(0,38) = 30 \text{ Ом} \cdot R_{екв} = 64 \text{ Ом.}$$

Допустиму величину опору заземлюючого пристрою визначаємо за формулою:

$$R_{д10} = \frac{125}{I_z} \leq 10 \text{ Ом.} \quad (6.11)$$

$$I_z = \frac{U(L_n + 35L_k)}{350}$$

де I_z — струм замикання на землю, А;

L_n , L_k — відповідно протяжність повітряних і кабельних ліній

електропередач напругою 10 кВ, км.

$$I_z = \frac{10(200 + 35 \cdot 12,5)}{350} = 20,71 \text{ кА,}$$

$$\text{звідси } R_{д10} = \frac{12,5}{20,71} = 6,04 < 10 \text{ Ом.}$$

Оскільки $R_n < R_{д10}$, то величина опору штучного заземлювача $R_{шт10}$ визначаємо за схемою заміщення (рис. 6.2) за формулою:

$$R_{шт10} = \frac{R_n \cdot R_{д10}}{R_n - R_{д10}} = \frac{21,68 \cdot 6,04}{21,68 - 6,04} = 8,64 \text{ Ом.} \quad (6.12)$$

Після порівняння отриманих величин $R_{шт}(0,38)$ і $R_{шт10}$, для розрахунку приймаємо значення, тобто $R_{шт} = 8,64 \text{ Ом.}$

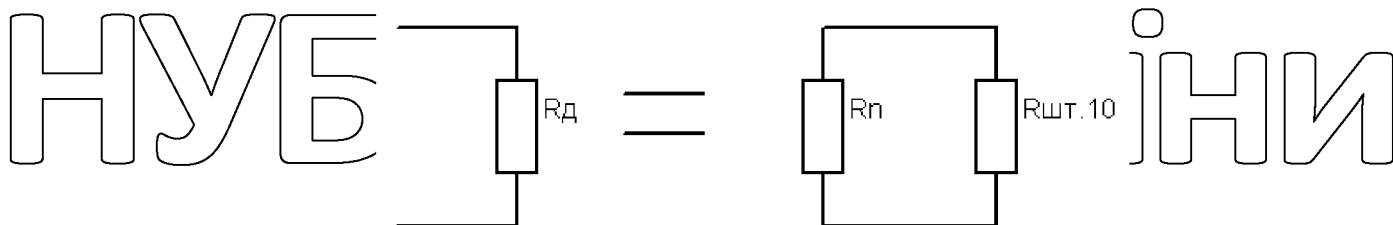


Рис. 6.2. Схема заміщення лінії 10 кВ

Визначаємо опори вертикальних і горизонтальних елементів заземлювача.

Опір одного вертикального заземлювача визначаємо за формулою:

$$R_g = \frac{K_c \cdot \rho_{\text{екв}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h+l}{2h-l} \right), \quad (6.13)$$

де d – діаметр стержня з круглим поперечним перерізом, $d = 0,012$ м;

h – відстань від поверхні землі до середини стержня, м;

$h = t + 0,5 \cdot l = 0,8 + 0,5 \cdot 5 = 3,3$ м;

K_c – коефіцієнт сезонності, $K_c = 1,15$.

$$R_g = \frac{1,5 \cdot 219,51}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \left(\ln \frac{25}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right) = 78,498 \Omega.$$

Тоді провідність буде розраховуватись за формулою:

$$g = \frac{1}{R_g} = \frac{1}{78,498} = 0,0127 \text{ Ом}^{-1}. \quad (6.14)$$

Визначаємо попередню кількість вертикальних стержнів без урахування екранування між ними:

$$n = \frac{R_{\text{до}}}{R_g} = \frac{78,498}{8,64} = 9,08. \quad (6.15)$$

Приймаємо $n = 12$ шт.

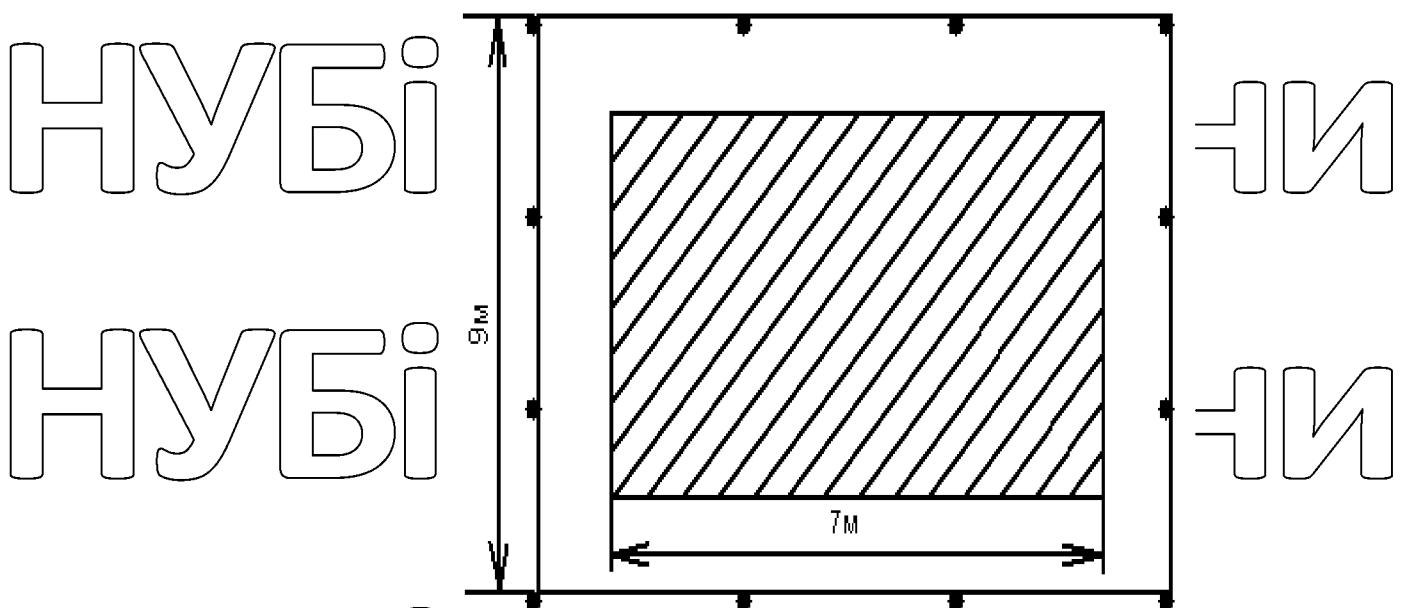


Рис. 6.3. Схема контура заземлення

Сторона контура заземлювача складає 9 м, а довжина горизонтальних елементів $l_2 = 36$ м.

Для визначення опору горизонтальних елементів спочатку визначимо еквівалентний опір ґрунту ρ_{e2} з використанням лінійної інтерполяції.

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = 1.88; \quad h_1 = 3.1 \text{ м}; \quad l = 36 \text{ м}. \quad (6.16)$$

$$1. \frac{\rho_1}{\rho_2} = 1; \quad h = 3.1 \text{ м}; \quad l_2 = 36 \text{ м}; \quad l_2 = 30 \text{ м}; \quad l_2 = 40 \text{ м}. \quad (\text{рис. 6.4а}).$$

$$\frac{\rho_{e2}}{\rho_2} = 1.5 - \frac{1.5 - 1.48}{40 - 30} (36 - 30) = 1.488.$$

$$2. \frac{\rho_1}{\rho_2} = 5; \quad h = 3.1 \text{ м}; \quad l_2 = 36 \text{ м}, \quad \text{між } l_2 = 30 \text{ м} \text{ і } l_2 = 40 \text{ м} \quad (\text{рис. 6.4.5}).$$

$$\frac{\rho_{e2}}{\rho_2} = 3.83 - \frac{3.83 - 3.74}{40 - 30} (36 - 30) = 3.776.$$

$$3. h_1 = 3 \text{ м}; \quad l_2 = 36 \text{ м}; \quad \rho_1, \rho_2 = 1.88 \text{ між } \rho_1/\rho_2 = 1 \text{ і } \rho_1/\rho_2 = 5 \quad (\text{рис. 6.4.в});$$

$$\frac{\rho_{e2}}{\rho_2} = 1.488 - \frac{3.776 - 1.488}{5 - 1} (1.88 - 1) = 1.99.$$

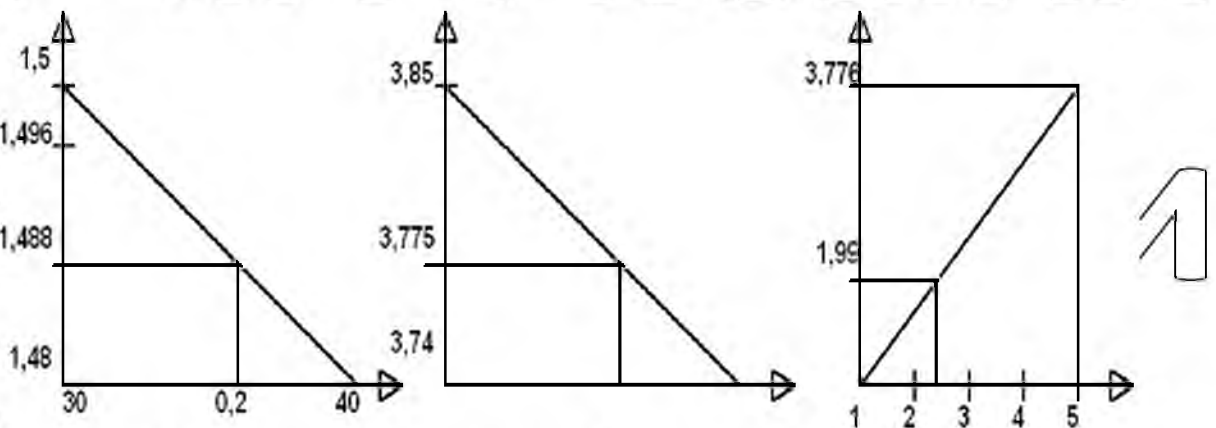


Рис. 6.4. Лінійна інтерполяція ρ_{e2}/ρ_2

Тепер можна визначити опір горизонтального елемента заземлювача контуру за формулою:

$$R_v = \frac{k_c \cdot \rho_{e2}}{2\pi l_1} \cdot l_2 = \frac{2.0 \cdot 257.1}{6.28 \cdot 36} \cdot \frac{2 \cdot 36}{0.04 \cdot 0.8} = 25.70 \text{ Ом}. \quad (6.17)$$

Провідність горизонтальних елементів буде:

$$g_p = \frac{1}{R_r} = 0.0389 \hat{h}^{-1} \quad (6.18)$$

Значення коефіцієнта використання знаходимо за таблицею, шляхом послідовної лінійної інтерполяції при $h_1/1 = 0,6$,

$$a/1 = 1,8; \quad p_1/p_2 = 7; \quad n = 4.$$

$$1. \quad p_1/p_2 = 3; \quad n = 4; \quad h_1/1 = 0,5; \quad a/1 = 1 \text{ і } a/1 = 2;$$

$$n = 0.631 + \frac{0.670 - 0.631}{2 - 1} (1.8 - 1) = 0.662.$$

$$2. \quad p_1/p_2 = 3; \quad n = 4; \quad h_1/1 = 0,5; \quad a/1 = 1,6 \text{ між } a/1 = 1 \text{ і } a/1 = 2;$$

$$n = 0.607 + \frac{0.655 - 0.607}{2.0 - 1} (1.8 - 1) = 0.645.$$

$$3. \quad p_1/p_2 = 3; \quad n = 4; \quad a/1 = 1,6; \quad h_1/1 = 0,6 \text{ між } h_1/1 = 0,5 \text{ і } h_1/1 = 1;$$

$$n = 0.662 - \frac{0.662 - 0.645}{1 - 0.5} (0.6 - 0.5) = 0.658.$$

$$4. \quad p_1/p_2 = 10; \quad n = 4; \quad h_1/1 = 0,5; \quad a/1 = 1,8 \text{ між } a/1 = 1 \text{ і } a/1 = 2;$$

$$n = 0.739 + \frac{0.79 - 0.739}{2 - 1} (1.8 - 1) = 0.78.$$

$$5. \quad p_1/p_2 = 10; \quad n = 4; \quad h_1/1 = 1,0; \quad a/1 = 1,8 \text{ між } a/1 = 1 \text{ і } a/1 = 2;$$

$$n = 0.722 + \frac{0.761 - 0.722}{2 - 1} (1.8 - 1) = 0.753.$$

$$6. \quad p_1/p_2 = 10; \quad n = 4; \quad a/1 = 1,8; \quad h_1/1 = 0,6 \text{ між } h_1/1 = 0,5 \text{ і } h_1/1 = 1;$$

$$n = 0.78 + \frac{0.78 - 0.753}{1 - 0.5} (0.6 - 0.5) = 0.775.$$

$$7. \quad n = 4; \quad h_1/1 = 0,6; \quad a/1 = 1,8; \quad p_1/p_2 = 7 \text{ між } p_1/p_2 = 3 \text{ і } p_1/p_2 = 10;$$

$$n = 0.658 + \frac{0.775 - 0.658}{10 - 3} (7 - 3) = 0.725.$$

Тоді опір штучного заземлювача трансформаторної підстанції визначається:

$$R_{\text{од}} = \frac{1}{n(n \cdot p_B \cdot p_n)} = \frac{1}{0.725} (12 \cdot 0.0366 \cdot 0.0389) = 7.44 \hat{h} < 8.64 \text{ Ом} \quad (6.20)$$

Таким чином штучний заземлювач є замкненим контуром, що включає 9 вертикальних стержнів довжиною 5 м, з'єднаних штабом довжиною 36 м.

Загальний опір заземлюючого контура з урахуванням природного заземлювача і повторних заземлювачів повітряної лінії при цьому буде:

$$R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_{\text{шт}} + \frac{1}{\frac{1}{R_{\text{нов}}} + \frac{1}{21,68} + \frac{1}{7,44} + \frac{1}{2,5}}}} = 0,596 \text{ Ом.} \quad (6.21)$$

Тоді $R_3 = 1,71 < 4 \text{ Ом}$, що задовольняє вимогам ПУЕ.

6.4 Блискавкозахист

Захист пташника від прямих ударів блискавки передбачається тросовим блискавковідводом, встановленим на споруді.

Пташник відноситься до III групи блискавкозахисту, зони захисту Б.

Основною характеристикою блискавковідводів є зона захисту навколо нього.

Розміри пташника: $A = 102 \text{ м}$; $B = 17,35 \text{ м}$; $H = 6 \text{ м}$.

Висота блискавковідводу:

$$h_{\delta} = 0,67r_0 + 0,4h_0, \quad (6.22)$$

де $r_0 = B/2$, $h_0 = H$;

$r_0 = 17,35/2 = 8,68 \text{ м}$; $h_0 = 3 \text{ м}$.

$$h_{\delta} = 0,67 \cdot 8,68 + 0,4 \cdot 3 = 7 \text{ м.}$$

Для виконання блискавковідводу вибираємо трос перерізом $35 - 50 \text{ мм}^2$; довжина між двома штирями $i = 0,2$. Висота опори, до якої кріпиться трос, з урахуванням стріли провисання троса ($f_{\text{стр}} = 2 \text{ м}$).

$$h_{\text{оп}} = h_{\delta} + h_{\text{стр}} \quad (6.23)$$

$$h_{\text{оп}} = 7 + 2 = 9 \text{ м.}$$

Заземлення виконане шиною розміром $40 \times 4 \text{ мм}$, яка вкладається на обидва боки будівлі на глибині $0,8 \text{ м}$.

6.5 Пожежна безпека

На вході в пташник передбачається установка щита з комплектом протипожежного інвентаря (таблиця 6.3).

Таблиця 6.3

Протипожежний інвентар

Засіб	Тип	К-сть
Вогнегасник хімічний, пінний	ОХП – 10	2
Вогнегасник вуглекислотний	ОУ – 5	2
Відре		1
Сокира		1
Лом		1
Багор		1
Лопата		1
Ящик з піском	1 м ³	1

В операторській передбачені вогнегасники ОУ – 5 в кількості 3 штуки.

В основному пожежа виникає внаслідок порушення правил експлуатації.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Електрифікація виробничих процесів дає можливість підвищити продуктивність праці, зменшити трудові затрати, знизити собівартість продукції, а тим самим – збільшити прибуток господарства, підвищити рентабельність, вивільнити трудові ресурси в господарстві.

Технічний рівень електрифікації та автоматизації процесів в загальному визначає економічну ефективність застосування їх в сільському господарстві.

Одними із головних в системі електрифікації та автоматизації є показники надійності. Вихід з ладу технічного чи електротехнічного обладнання призводить до порушення технологічних процесів, недодипуску продукції, нераціональному витрачання трудових та матеріальних ресурсів, збільшення витрат на ремонт та утримання техніки.

Сукупність технологічного обладнання та засобів автоматизації можна представити як систему взаємозв'язаних елементів, вихід із ладу хоч би одного з них призводить до відказу всієї системи та порушення технологічних процесів. Загальна інтенсивність відказів визначається.

$$\lambda = \sum_1^b \lambda_{oi} n_i K_n \quad (7.1)$$

де n_i – число однотипних елементів;

λ_{oi} – інтенсивність відказу елементів в лабораторних умовах;

K_n – поправочний коефіцієнт на конкретні умови експлуатації.

Середнє напрацювання на відказ

$$t_{B_i} = \frac{1}{\lambda} \quad (7.2)$$

Затрати часу на усунення відказу

$$T_b = K_n \frac{\sum_1^b \lambda_i n_i t_{B_i}}{\sum_1^b \lambda_i n_i}, \quad (7.3)$$

де K_n – коефіцієнт, який враховує час пошуку несправності в системі ($K_n = 1,5-2$),

t_{B_i} – час відновлення і-того елемента.

Очікувана кількість відказів системи за рік:

$$m_o = \lambda t_p \quad (7.4)$$

де t_p – час роботи системи протягом року

Очікуваний сумарний час простою технологічного обладнання за рік:

$$t_{nc} = m_o \cdot t_{np}, \quad (7.5)$$

де t_{np} – час простою технологічного обладнання при одному відказі:

$$t_{np} = t_{ev} + T_B, \quad (7.6)$$

де t_{ev} – затрати часу на виклик ремонтнообслуговуючого персоналу

Коефіцієнт готовності

$$K_g = \frac{t_p}{t_p + t_{nc}} = \frac{t_p}{t_p + t_{ev} + T_B} \quad (7.7)$$

де t_p – безвідказний час роботи обладнання.

При автоматизації технологічних процесів простої можливості як через технологічне обладнання, так і через вихід з ладу елементів системи автоматизації:

$$t_{nc} = t_{nt} + t_{na}, \quad (7.8)$$

де t_{nt} – час простою через відкази технологічного обладнання;
 t_{na} – час простою через відкази елементів схем автоматизації.

$$t_{nc} = \frac{t_p(1 - K_r)}{K_r} \quad (7.9)$$

Імовірність безвідказної роботи:

$$p = e^{-\lambda T}, \quad (7.10)$$

де T – заданий інтервал часу.

Виконаємо розрахунок показників надійності для систем автоматичного регулювання мікроклімату в пташнику. Дані розрахунків наведені в таблиці 7.1. Значення інтенсивності відказів, які враховують реальне електричне навантаження елементів, прийняті на основі аналізу роботи системи електрообладнання за даними (Ефимов И.Е., Кальман И.Г., Мартынов В.И., Надежность твердых интегральных схем – М.: Изд-во стандартов, 1997 – 217с. и Сотсков Б.С. Основы теории автоматики надежности элементов и устройств автоматики и вычислительной техники. – М.: Высш. шк., 1989 – 270с.)

Для системи автоматичного регулювання мікроклімату інтенсивність відказів складає $52,92 \times 10^{-6}$ 1/год.

Середнє напрацювання на відказ:

$$t_B = \frac{1}{52,92 \cdot 10^{-6}} = 18896 \text{ год};$$

Затрати часу на усунення відказу:

$$T_B = 1,5 \frac{154,22 \cdot 10^{-6}}{52,92 \cdot 10^{-6}} = 4,06 \text{ год.}$$

Таблиця 7.1

Розрахунок показників надійності системи автоматичного регулювання мікроклімату в пташнику

Елементи схеми керування	Кількість, шт. n_i	$\lambda_i, 10^{-6}$ 1/2 год.	$t_{Bi}, \text{ год}$	$\sum \lambda_i n_i, 10^{-6}$ 1/2 год.	$\sum \lambda_i n_i, 10^{-6}$ 1/год.
1. Перетворювач частоти	1	51,23	3	51,23	153,69
2. Автоматичний вимикач	11	0,1375	0,25	1,51	0,3781
3. Перемикач	1	0,175	0,9	0,175	0,1575
Всього:	X	X	X	52,92	154,22

Очікувана кількість відказів системи за рік:

$$m_b = 52,92 \cdot 10^{-6} \cdot 8760 = 0,46.$$

Час простою технологічного обладнання:

$$t_{np} = 1,2 + 4,06 = 5,26 \text{ год.}$$

Коефіцієнт готовності:

$$K_a = \frac{18896}{18896 + 5,26} = 0,9997.$$

Очікуваний час простою технологічного обладнання з урахуванням відказів елементів схем автоматизації:

$$t_{nc} = \frac{8760(1 - 0,9997)}{0,9997} = 2,63 \text{ год.}$$

Імовірність безвідказної роботи за 1000 год.

$$P = e^{-0,05292} = 0,95.$$

ВИСНОВКИ

1. На основі проведеного аналізу стану електрифікації виробничих процесів СТОВ «Старинська птахофабрика» визначені завдання для проектування автоматизованих технологічних процесів на птахофабриці.

2. Обґрунтовано та вибрано технологічне обладнання для пташника з клітковим утриманням птиці, яке забезпечує механізацію основних технологічних процесів на птахофабриці.

3. Обґрунтована система електрообладнання для створення необхідного мікроклімату, водопостачання, кормороздавання, прибирання посліду, освітлення виробничих приміщень.

4. Визначена потужність на вводі пташника, вибрана трансформаторна підстанція 10/0,4 кВ та проведений розрахунок електричної мережі 0,4 кВ.

5. Розроблені заходи з монтажу, налагодження та експлуатації електрообладнання, обґрунтована структура електротехнічної служби та визначена її чисельність, складені графіки технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання. Розглянуті питання охорони праці та протипожежної безпеки на птахофабриці.

6. На основі проведених досліджень встановлено, що діючі системи автоматичного керування витяжною вентиляцією в пташниках мають суттєві недоліки: вони створюють в електричній мережі непарні вищі гармоніки, здійснюють регулювання зміною напруги, що веде до підвищення споживання електроенергії.

7. Проведені експериментальні дослідження показали, що система автоматичного керування на базі перетворювача частоти забезпечує більш глибоке регулювання і споживає на регульовальних характеристиках в 1,05 – 4,7 разів менше електроенергії, ніж система з регулятором напруги ТСУ2-КДУЗ. При використанні перетворювача частоти двигуни вентиляційної установки запускаються одночасно і на всіх регульовальних характеристиках працюють з однаковою швидкістю, завдяки чому вентиляція приміщення буде більш рівномірною.

8. Тиристорні перетворювачі напруги в регульованих електроприводах вентиляторів генерують гармоніки з переважанням п'ятої, сьомої, одинадцятої, тринадцятої. Перетворювачі частоти струму генерують менший спектр гармонік.

8. Ефективність застосування перетворювачів частоти в системі автоматичного регулювання мікроклімату в пташнику підтверджують економічні розрахунки. Середнє напрацювання на відказ становить 18896 год, а ймовірність безвідказної роботи 0,95.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бесулін В.І. та ін. Птахівництво і технологія виробництва яєць та м'яса птиці. – Біла церква, 2003. – 448 с.
2. Промышленное птицеводство. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1991.
3. Скляр В.Т. Механизация и автоматизация птицеводства / Скляр В.Т., Шоль В.Г. – М. Агропромиздат 1995.
4. 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.
5. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві / О. С. Марченко, О. В. Дацішин, Ю.М. Лавріненко та ін. – К.: Урожай, 1995. – 416 с.
6. Довідник сільського електрика / за редакцією В.С. Олійника. – К.: Урожай, 1989. – 264 с.
7. Сотник Н. И. Энергоэффективность электродвигателя как критерий выбора диапазона работы электромеханических агрегатов / Н. И. Сотник, В. С. Бойко // Научный вестник Национального горного университета. - 2013. - № 6. - С. 72-77 (Scopus)
8. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній / С.Л.Жулай, Ю.М.Лавріненко, О.С.Марченко, Д.Г.Войчук - К. „Урожай”, 2001 – 288 с.
9. Електропривод / [Лавріненко Ю.М., Марченко О.С., Савченко П.І. та ін.]; за ред. Ю.М. Лавріненка. – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.
10. Каталог «Аско УкрЕм». – К., 2017.
11. Кнорринг Ф.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – С.-Пб. Энергоатомиздат, 2003.
12. Справочная книга по светотехнике [Текст] : справочное издание / под ред. Ю. Б. Айзенберга. - 3-е изд., перераб. - М. : [Б. и.], 2008. - 952 с
13. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ – 2017).

14. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник / [Синявський О.Ю., Савченко П.П., Савченко В.В. та ін.]; за ред. О.Ю. Синявського. – К.: Аграр Медіа Груп, 2015 – 604 с.

15. Мікроклімат животноводческих зданій / Баландин В.И.; Изд-во: СПб: ПрофиКС, 2003 г.

16. Вплив якості електроенергії на функціонування споживачів у сільському господарстві / Д.Г. Войтюк, В.П. Лисенко, І.І. Мартиненко [та ін.] // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2004. – №1(6). – С. 3–

12.

17. ССБП ДСТУ 2293-93. Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення.

18. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.

19. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 260с.

20. Правила технічної експлуатації тепловикористовуючих установок і теплових мереж / Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 81с.

21. Правила безпечної експлуатації електроустановок ДНАОП 1.10-1 01-97. Держнаглядохоронпраці України. - К.: Основа, 1997. - 265 с.

22. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. / Держнаглядохоронпраці України.: - К.: Основа, 1998. - 380с.

23. ДНАОП 0.00. – 1.32 – 01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних електроустановок. – К.: ЦП „Фірма Гранма”, 2001. – 117 с.

24. Серeda О. Г. Захист асинхронних електродвигунів від струмів перевантаження з безпосереднім контролем температури обмотки в момент пуску // О. Г. Серeda, А. О. Прохоренко // Науковий вісник Національного гірничого університету. - 2015. - № 5. - С. 69-76 (Scopus).

25. Червінський Л.С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. -214 с.

26. Мартиненко І.І., Лисенко В.П., Тищенко Л.П., Лукач В.Є. Проектування систем електрифікації та автоматизації сільського господарства. – К.: Вища шк., 1999. – 201 с.

27. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч./ Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 448 с.

28. Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК.: Підручник для студентів ВНЗ. – Харків: Факт, 2008. – 438 с.

29. Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Безпека праці в сільських електроустановках : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. – К.: Вид – во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012- 430 с.

30. 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.

ДОДАТКИ

Додаток А

Дослідження електропривода вентилятора ВО-Ф-7,1А

Таблиця А1

Дослідження електропривода вентилятора ВО-Ф-7,1А при живленні від
перетворювача напруги ТСУ2-КЛУЗ

I_i, A				P_i, BT				$n, \text{об/хв}$	$S_i, \text{ВА}$	$\cos \phi$	$S, \text{В.О.}$	$\eta_{\text{сп}}, \%$
I_a	I_B	I_C	$I_{\text{ср}}$	P_a	P_B	P_c	ΣP_i					
0,47	0,47	0,47	0,47	26	21	29	76	65	296	0,24	0,96	0,78
0,8	0,79	0,8	0,8	50	46	52	148	210	552	0,26	0,79	2,0
1,2	1,17	1,17	1,18	37	73	77	224	310	689	0,26	0,72	5,65
1,1	1,15	1,15	1,13	105	105	108	318	430	779	0,40	0,57	7,8
1,7	1,35	1,5	1,51	135	128	143	406	505	881	0,46	0,57	9,35
1,35	1,31	1,31	1,33	150	150	157	457	625	716	0,63	0,38	14,9
1,45	1,52	1,37	1,44	166	166	172	504	725	992	0,58	0,36	19,8
1,2	1,2	1,18	1,19	172	172	180	524	785	820	0,63	0,21	22,1
1,15	1,23	1,34	1,24	183	177	175	535	850	854	0,69	0,22	25,2
1,07	1,05	1,07	1,06	180	180	180	540	875	730	0,73	0,12	26,9
1,24	1,14	1,15	1,17	183	183	184	550	895	807	0,77	0,18	31,43
1,0	0,97	0,97	0,98	185	170	174	529	924	675	0,78	0,08	34,6
1,0	1,0	0,99	0,99	174	174	175	523	934	628	0,83	0,081	35,86
0,93	0,93	0,93	0,93	176	175	174	525	940	640	0,82	0,06	35,4

Таблиця А2

Залежність частоти обертання двигуна вентиляторів напруги при
живленні від станції керування ТСУ-2-КЛУЗ

$U, \text{В}$	95	105	120	150	180	210	270	330	380
$n, \text{об/хв}$	0	64	120	380	450	590	820	910	930

Таблиця А3

Дослідження електропривода вентилятора ВО-Ф-7,1А при живленні від перетворювача частоти

I_1, A				$P_1, Bт$				$n,$	$U_{дв},$	$n_c,$	$s,$	$S_1,$	$\cos \varphi$	$\eta_{сп},$
I_a	I_n	I_c	$I_{ср}$	P_a	P_b	P_c	ΣP_1	об/хв.	В	об/хв	(В.О.)	ВА		%
0,04	0,15	0,15	0,11	4	15	14	34	100	30	100	0,04	69	0,47	4
0,02	0,17	0,13	0,11	2	14	10	26	180	40	200	0,1	75	0,35	12
0,04	0,26	0,27	0,19	4	21	17	42	285	60	300	0,08	110	0,39	22
0,02	0,3	0,28	0,19	2	28	24	54	355	85	400	0,11	129	0,42	29
0,14	0,41	0,31	0,29	13	39	27	79	430	125	500	0,17	185	0,46	39
0,12	0,49	0,44	0,35	16	52	36	104	550	160	600	0,08	238	0,44	45
0,17	0,65	0,63	0,48	22	63	63	148	655	210	700	0,09	305	0,52	55
0,5	1,5	1,4	1,13	45	150	130	325	750	270	800	0,06	770	0,42	32
0,84	1,73	1,77	1,45	81	182	161	424	855	335	900	0,09	957	0,48	36
1,1	2,1	2,35	1,83	110	220	230	560	950	405	1000	0,05	1247	0,45	30

Таблиця А4

Відношення потужності, споживаної електродвигуном при живленні від перетворювача напруги, до потужності, споживаної при живленні від перетворювача частоти

$n,$ об/хв.	100	200	300	400	500	600	700	800	900	930
$P_{напр}/P_{част}$	2,2	4,3	4,3	4,7	4,5	3,5	3,2	2,6	2,0	1,05

Картка обліку використання стандартів у магістерській кваліфікаційній роботі

Етапи застосування стандартів при виконанні дипломного проекту	ДСТУ, ГОСТ, гармонізовані стандарти, стандарти ІЕС, ІСО		
Вибір електротехнологічного обладнання	Назва ДСТУ	Назва міжнародного стандарту (ІСО, ІЕН, ІЕС та Ін.)	Джерело посилання
	ДСТУ 2304-93 Апарати комутаційні електричні. Терміни та визначення	IEC 60050-131 InternationElectronecnicalVocabulary	
	ДСТУ 3025-95 (ГОСТ 9098-93) Вимикачі автоматичні низьковольтні. Загальні технічні умови	IEC 60898-2(2003) Electricalaccessories. Circuit-breakers forovercurrentprotectionforhouseholdandsimilarinstallations. Circuit-breakers fora.candd.c. operation.	
	ДСТУ 3349-96 (ГОСТ 26430-96) Вимикачі (перемикачі) шляхові безконтактні. Загальні технічні умови		
	ДСТУ 3786-98 Запобіжники топкі. Терміни та визначення	IEC 60050-131 InternationElectronecnicalVocabulary	
	ДСТУ ІЕС 60269-1:2001 Запобіжники плавкі низьковольтні. Ч. 1. Загальні технічні вимоги. (ІЕС 60269-1:1998, ІДТ)	IEC 60269-1 Low-voltagefuses – Part 1: Generalrequirements	
	ДСТУ ІЕС 60269-2:2001 Запобіжники плавкі низьковольтні. Ч. 2. Додаткові вимоги до плавких запобіжників промислового призначення (ІЕС 60269-2:1995, ІДТ).	IEC 60269-2 Low-voltagefuses – Part 2: Supplementanrequirementsforfusesfor usebyauthorizedpersons (fusesmainlyforindustrialapplication)	
	ДСТУ 2304-93 Апарати комутаційні електричні. Терміни та визначення	IEC 60050-131 InternationElectronecnicalVocabulary	

<p>ДСТУ 2848-94 Апарати електричні комутаційні. Основні поняття. Терміни та визначення</p>	<p>IEC 60947-4-2(2007) Identifier Specification for low-voltage switchgear and control gear. Contactors and motor starters. A.C. semiconductor motor controller and starters.</p>	
<p>ДСТУ 2936-84 Реле електричні. Терміни та визначення.</p>	<p>IEC 60050-131 International Electrotechnical Vocabulary</p>	
<p>ДСТУ 2846-94 (ГОСТ 11206-93) Контактори електромагнітні низьковольтні. Загальні технічні умови.</p>	<p>IEC 60947-4-1(2009) Low-voltage switchgear and control gear - Part 4-1: Contactors and motor-starters. Electromechanical contactors and motor-starters.</p>	
<p>ДСТУ 3020-95 (ГОСТ 12434-95) Апарати комутаційні низьковольтні. Загальні технічні умови.</p>		
<p>ДСТУ 2286-93 Машини електричні обертові. Терміни та визначення.</p>	<p>IEC 60050-411 International Electrotechnical Vocabulary. P.141. Rotating machinery</p>	
<p>ДСТУ 3827-98 Обертові електричні машини. Характеристики машин. Терміни та визначення.</p>	<p>IEC 60050-411 International Electrotechnical Vocabulary. P.141. Rotating machinery</p>	
<p>ДСТУ 2649-94 (ГОСТ 30195-94) Електродвигуни асинхронні заглибні. Загальні технічні умови.</p>		
<p>ДСТУ 3623-97 Лампи електричні. Терміни та визначення.</p>	<p>IEC 60050-131 International Electrotechnical Vocabulary</p>	
<p>ДСТУ IEC 60064-2001 Лампи розжарювання вольфрамові загального освітлення побутового та аналогічного призначення.</p>	<p>IEC 60064:1996 Title Identifier Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes. Performance requirements</p>	
<p>Вимоги до робочих характеристик (IEC 60064-1993, IDT) ДСТУ IEC 60188-2003</p>	<p>IEC 60188:2001</p>	

	Лампи ртутні паросвітні високого тиску. Технічні умови (IEC 60188-2001, IDT)	High-pressure mercury vapour lamps. Performancespecification
	ДСТУ IEC 60901-2001	IEC 60901:1996
	Лампи люмінесцентні одноцокольні. Вимоги до робочих характеристик (IEC 60901:1996, IDT)	TitleIdentifier Specificationfor single-capped fluorescentlamps. Performancespecifications
	ДСТУ IEC 61167-2005	IEC 61167:2003
	Лампи металогенові (IEC 61167:1992, IDT)	Metalhalidelamps
	ДСТУ IEC 60598-1-2002	IEC 60598-1: 1999: Luminaires - Part 1:
	Світильники. Ч.1. Загальні вимоги й випробування (IEC 60598-1:1999, IDT)	Generalrequirementsandtests
	ДСТУ IEC 60598-2-1-2002	IEC 60598-2-1:1979
	Світильники. Ч.2. Окремі вимоги. Розділ 1. Світильники стаціонарні загального призначення (IEC 60598-2-1:1979, IDT)	Luminaires. Part 2: Particularrequirements. SectionOne: Fixedgeneralpurpose luminaires
Детальна розробка	ДСТУ IEC 60947-6-1:2007	IEC 60947-6-1:2005
	Пристрої комплектні розподільчі низьковольтні. Ч.6-1. Багатофункціональне обладнання. Перемикальне комутаційне обладнання (IEC 60947-6-1:2005, IDT)	Low-voltageswitchgearandcontrolgear. Multiplefunctionequipment. Transferswitchingequipment
	ДСТУ IEC 60034-5:2005	IEC 60034-5:2000
	Машини електричні обертові. Ч.5. Ступені захисту, забезпечувані цілісною конструкцією обертових електричних машин (IP – код). Класифікація. (IEC 60034-5:2000, IDT)	Rotatingelectricalmachines. Degreesofprotectionprovidedbytheintegraldesignofrotatingelectricalmachines (IP code). Classification
	ДСТУ IEC 60034-7:2005	IEC 60034-7:2001 Part 7
	Машини електричні обертові. Ч.7. Класифікація типів за конструкцією, установчим монтажем та розміщенням клемної	Classificationoftypesofconstruction, mountingarrangements&terminalboxposition (IM Code)

НУБІП України	коробки (IM – код). (IEC 60034-7:2001, IDT)	НУБІП України	НУБІП України
НУБІП України	ДСТУ IEC 60034-8:2005 Машини електричні обертові. Ч.8 Маркування виводів і напрямок обертання (IEC 60034-8:2002, IDT)	IEC 60034-8:2002 Title Identifier Rotating electrical machines. Terminal markings and direction of rotation	НУБІП України
НУБІП України	ДСТУ 2365-94 Машини електричні асинхронні потужністю до 400 кВт включно. Двигуни. Загальні технічні умови.	НУБІП України	НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України