

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

« » 2026 p.

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка

Київ – 2026

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ Синявський О. Ю.
(підпис) (ПБ)

Завдання прийняв до виконання _____ Приліпко В. .Ю
(підпис) (ПБ)

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄКТУ	7
РОЗДІЛ 2	9
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	9
2.1 Технологічний процес на птахофабриці.....	9
2.2 Вибір технологічного обладнання	10
2.2.1 Роздавання кормів.....	10
2.2.2 Поїння курей.....	12
2.2.3 Прибирання посліду	13
2.3 Водопостачання птахоферми.....	14
2.4 Розрахунок вентиляції і опалення	19
РОЗДІЛ 3	25
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	25
3.1 Розрахунок електропривода вентилятора ВО-Ф-7,1А	25
3.2 Вибір силового електрообладнання	29
3.3 Вибір апаратури керування і захисту.....	32
3.3.1 Вибір автоматичних вимикачів	32
3.3.2 Вибір електромагнітного пускача	33
3.3.3. Вибір теплового реле	34
3.4 Розрахунок силової мережі	35
3.5 Вибір розподільних пристроїв електросилової мережі.....	37
3.6 Розрахунок освітлення та вибір освітлювальних установок	37
3.7 Розрахунки електричної мережі освітлення пташника.....	42
3.8 Розрахунок електричних навантажень та вибір джерела живлення.....	46
РОЗДІЛ 4	49
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ	
МІКРОКЛІМАТУ У ПТАШНИКУ	49
4.1 Аналіз стану питання з регулювання параметрів мікроклімату в	
пташниках	49
4.2 Теоретичне обґрунтування розробки.....	50

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

4.3 Розробка системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в пташнику	51
РОЗДІЛ 5	54
ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ	54
5.1 Енергозбереження в пташнику	54
5.2. Заходи з безпеки праці в пташнику	55
РОЗДІЛ 6	58
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПТАШНИКАХ	58
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

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 ВІЕСГ 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 дослідження – розроблення і обґрунтування параметрів енергозберігаючої системи керування мікрокліматом у пташнику з клітковим утриманням птахів.

Об'єктом дослідження є технологічний процес створення мікроклімату в пташнику з клітковим утримуванням птахів.

Предмет дослідження – структура автоматизованого електрообладнання для створення мікроклімату в пташнику та параметри відповідного електрообладнання.

У дипломному проєкті бакалавра вибрано технологічне та електротехнічне обладнання для пташника, розглянуті питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та охорони праці, обґрунтована система автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в пташнику, наведені техніко-економічні показники застосування розробленого автоматизованого електрообладнання на птахофермі.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄКТУ

Об'єктом дипломного проектування є пташник на 38500 птахів кліткового утримання.

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: кормораздавання, 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» КВІ-3Н та КВІ-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 поїлок, 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 полика 10° забезпечує безперешкодне скочування яєць рівномірно всією поверхнею похилого полика. Для запобігання удару яєць об борт лотка яйцезбірника на лоток надівається пластмасовий кант.

4. Зниження забруднення яєць відходами життєдіяльності й часточками корму, а також ймовірності ушкодження яєць як лабетами курей, так і

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

внаслідок прокльовування за рахунок обмежників, що мають спеціальний східчастий профіль.

5. Підвищення збереженості яєць (зниження насічок) за рахунок «плавного» перекладання 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 поликів, 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 25х25х4 мм;
- каркаси модулів привода й натягу виконані зі швелера №8 з покриттям термодифузійним цинком. Кутники-рейки для візка кормороздавача виготовлено з кутника 45х45х5 мм.
- сітчасті панелі укладені в обрамлення із дроту діаметром 6мм;
- навантаження із клітинної частини при роботі системи видалення посліду зняте, тому що модулі привода й натягування кріпляться до фундаменту болтами.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

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, забійний 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.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 Роздавання кормів

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.

					02.02.KP.2607"C".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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, похилий транспортер шнековий ТУУ-2 і шнековий транспортер ТУУ-2А. Керування з пульта ПУЦК.

Технічна характеристика транспортера ТУУ-2А

Продуктивність, т/год	6.50
Встановлена потужність, кВт	1.10
Відстань транспортування, м	15
Діаметр шнеку, мм	100
Крок гвинта, мм	125
Частота обертання шнека, об/хв	296

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

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-годівниці, 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.

2.2.2 Поїння курей

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2.2.3 Прибирання посліду

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

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 замкненого 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.

Технологічне обладнання пташника наведене в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Основне технологічне обладнання пташника

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

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]:

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

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 поїнні 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 $Q_{сек.мах.}$, $\text{м}^3/\text{с}$ визначають за формулою [4]:

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

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]:

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

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$$V_{\text{рег.}} = \frac{Q_{\text{доб.ср.}} \cdot \alpha_{\text{доб.}} \cdot \alpha_{\text{год.}}}{n} \cdot 0.01, \quad (2.3)$$

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

Тоді

$$V_{\text{рег.}} = \frac{265,1 \cdot 1,3 \cdot 2,5}{4} \cdot 0.01 = 2,15 \text{ м}^3.$$

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

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

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

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

$t_{\text{пож.}}$ – тривалість гасіння пожежі, $t_{\text{пож.}} = 1/6 \text{ год.}$

Тоді

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

Аварійний запас води, м^3 визначають за формулою:

$$V_{\text{ав}} = Q_{\text{год.мах.}} \cdot t_{\text{ав}}, \quad (2.5)$$

де $t_{\text{ав}}$ – час, необхідний для усунення можливої аварії, приймаємо $t_{\text{ав}} = 1 \text{ год.}$

Тоді

$$V_{\text{ав}} = 35,9 \cdot 1 = 35,9 \text{ м}^3.$$

Розрахунковий об'єм бака водонапірної башти:

$$V_{\text{б.р.}} = 2,15 + 6 + 35,9 = 44,05 \text{ м}^3.$$

Розрахункова витрата води від башти до птахофабрики:

$$Q_{\text{р}} = Q_{\text{в}} + Q_{\text{пож.}}, \quad (2.6)$$

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

$Q_{\text{пож.}}$ – протипожежні витрати води, $\text{м}^3/\text{с}$.

Тоді розрахункова витрата води:

$$Q_{\text{р}} = 10 + 15 = 25 \text{ л/с.}$$

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За розрахунковою витратою води вибираємо трубу діаметром $d = 200$ мм, швидкість води в трубі $v = 1,0$ м/с.

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

$$h_T = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}, \quad (2.7)$$

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

l – довжина труби, $l = 800$ м;

d – діаметр труби, $d = 0,2$ м;

V – швидкість руху води в трубі, $v = 1,0$ м/с;

g – прискорення вільного падіння.

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

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 сталю водонапірну башту БР – 50 [5]:

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ємкість бака $V_6 = 50 \text{ м}^3$.

Висота ствола $H_6 = 18 \text{ м}$.

Діаметр бака $D_6 = 3 \text{ м}$.

Діаметр ствола $D_c = 2,0 \text{ м}$.

В баці з плоским дном висота рівня води:

$$H_{6.к.} = \frac{V_{6.р.}}{S}, \quad (2.9)$$

$$H_{6.к.} = \frac{V_{6.р.} \cdot 4}{\pi \cdot D_6^2} = \frac{44,05 \cdot 4}{3,14 \cdot 3^2} = 6,23 \text{ м}.$$

Розрахунковий діаметр нагнітальної труби визначають за формулою:

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

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

$$d_p = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{0,01}{1,0}} = 0,13 \text{ м} = 130 \text{ мм},$$

Вибираємо трубу діаметром $d = 150 \text{ мм}$.

Визначають швидкість руху води в трубі за формулою:

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

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 $z\xi = 0,1$, та зворотній клапан з $\xi = 10$. Труба має два плавних повороти під прямим кутом:

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Розрахунковий напір насоса визначають за формулою:

$$H_p = (Z_6 - Z_B) + H_6 + H_{6к} + h_T + h_M, \quad (2.13)$$

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

Тоді

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

За розрахунковим напором $H_p = 60,2 \text{ м}$ та максимальними годинними витратами води $Q_{\text{мах.год.}} = 35,9 \text{ м}^3/\text{год}$ вибираємо заглибний насос 2ЭЦВ10 – 63 – 65 з номінальною подачею $Q_{\text{нас}} = 63 \text{ м}^3/\text{год}$ та напором $H_{\text{нас}} = 65 \text{ м}$ [5].

Потужність електродвигуна для привода насоса визначають за формулою:

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

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

ρ – густина рідини, що подається, кг/м^3 ;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

η_n – ККД насоса, $\eta_n = 0,7$;

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

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

Для привода насоса вибираємо електродвигун 2ПЭДВ –22-219 з потужністю 22 кВт, частотою обертання 2900 об/хв та номінальним струмом $I_n = 48,4 \text{ А}$ [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 ЯЛ5102-3Д7Б1У2 з номінальним струмом силового кола $I_n = 48 \text{ А}$ [6].

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.4 Розрахунок вентиляції і опалення

Вихідними даними для вибору типу й необхідної кількості вентиляторів є L_6 – годинна витрата повітря, м³/год; H_p – розрахунковий напір вентилятора, Па.

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

$$L_{\text{вл}} = \frac{K_1 w_{nm} n K_w}{d_{\text{в}} \varphi_6 - d_{\text{з}} \varphi_3}, \quad (2.15)$$

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

K_w – коефіцієнт вологовидалення при t_6 ; оскільки $t_6=16$ °С, то $=1$;

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

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

d_6, d_n – вологовміст повітря усередині пташника та на вулиці при розрахункових температурах $t_6=16$ °С, $t_n=-20$ °С (у зимовий час) і $t_6=10$ °С (осінній). Вологість усередині пташника дорівнює 70 %; на вулиці 30 %; $d_{16\text{ °С}}=13,6$ г/м³; $d_{-20\text{ °С}}=0,88$ 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]:

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

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

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

C_2 – допустимі концентрації у повітрі пташника

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

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Кількість вентиляторного повітря при для видалення надлишкового тепла із пташника в літню пору ($t_{\text{в}}=30\text{ }^{\circ}\text{C}$) визначається за формулою [4]:

$$L_{\text{т}} = \frac{(q_{\text{пт}} \cdot m - Q_{\text{огр}})(1 + \alpha_m \theta_{\text{в}})}{C(\theta_{\text{в}} - \theta_{\text{з}})}, \quad (2.17)$$

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

α_m – коефіцієнт розширення повітря при підвищенні температури на 1°C ; $K_{\text{т}} = 0,003666$;

$\theta_{\text{в}}, \theta_{\text{з}}$ – температура в літню пору, $\theta_{\text{в}}=30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\theta_{\text{з}}=24\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Втрати теплоти через зовнішні огорожі визначають за формулою:

$$Q_{\text{огр}} = q_0 V (\theta_{\text{в}} - \theta_{\text{з}}), \quad (2.18)$$

де q_0 – теплова характеристика приміщення, $q_0 = 2,1\text{ кДж/м}^3$; V – об'єм приміщення, $V=5184\text{ м}^3$.

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

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

За розрахункову витрату вентиляційного повітря приймаємо $184000\text{ м}^3/\text{год.}$, виходячи з необхідної кількості повітря з видалення надлишкового тепла із пташника в літню пору. При виборі вентилятора для притоково-втяжної системи необхідно мати на увазі, що кури бояться протягів, тобто подача вентиляційного повітря повинна здійснюватися з малими швидкостями та з невеликим напором. Приймаємо швидкість повітря $v=4\text{ м/с.}$

Як показує практика, для створення оптимального повітряного режиму в пташниках необхідно мати низьконапірні осьові вентилятори із плавним регулюванням швидкості обертання напору, 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 $10000\text{ м}^3/\text{год.}$

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

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

Динамічний напір визначається за формулою:

$$p_0 = \rho v^2 / 2 (1 + f \theta_3), \quad (2.19)$$

де p_0 – динамічний напір, v – швидкість повітря.

$$p_0 = 1,29 \cdot 4^2 / 2 (1 + 1/273 \cdot 25) = 9,45 \text{ Па.}$$

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 вентиляторного повітря з урахуванням підсмоктування $K=1,1$, яке підлягає підігріванню, становить [8]:

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

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

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

Завданням вентиляційно - опалювальної системи є підтримка в приміщенні пташника температури 16 °С за вологості повітря 70 – 75 %, при температурі зовнішнього повітря -20 °С та вологості $w_3 = 30$ %.

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

$$Q_{nt} + Q_{on} = Q_{ogr} + Q_v + Q_{vup}, \quad (2.20)$$

звідки

$$Q_{on} = Q_{ogr} + Q_v + Q_{vup} - Q_{nt}, \quad (2.21)$$

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Q_v – тепловтрати з вентиляційним повітрям, кДж/год;

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

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

Визначення тепловтрат через огороження приміщення виконується за формулою:

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

де K_c – коефіцієнт тепловтрат через стіни, $K_c = 2,8$ кДж/м²;

F_c – площа стін, м²; $F_c = 2 (96 + 18) \cdot 3,0 = 684$ м²;

K_{cm} – коефіцієнт тепловтрат через стелю $K_{cm} = 1,6$ кДж/м²;

F_{cm} – площа стелі, м²; $F_{cm} = 96 \cdot 18 = 1728$ м²;

K_n – коефіцієнт тепловтрат через підлогу, $K_n = 0,8$ кДж/м²;

F_n – площа підлоги, м²;

$K_в$ – коефіцієнт тепловтрат через ворота, двері, вікна, $K_в = 8,4$ кДж/м²;

$F_в$ – площа воріт, м² $F_в = 5 \cdot 3 = 15$ м²; вікон немає.

Тоді

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

Визначення тепловтрат на підігрівання вентиляційного повітря визначається за формулою:

$$Q_в = L_в c \gamma (\theta_в - \theta_3), \quad (2.23)$$

де $L_в$ – об'єм вентиляційного повітря в холодну пору року

c – теплоємність повітря, $c = 1$ кДж/кг·°C;

γ – густина повітря, кг/м³; $\gamma = 1,22$ кг/м³.

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

Визначення тепловтрат на випаровування води виконується за формулою:

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

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

n – кількість курей у приміщенні, $n = 38412$ шт.;

K_w – коефіцієнт, який враховує випаровування вологи на стінах, годівниць листів, поїлок $K_w = 0,14$

r – питома теплота випаровування води, $r = 2260$ 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]:

$$Q_{nm} = q_n m K_t, \quad (2.25)$$

де q_n – кількість тепла, яке виділяється 1 кг живої маси птахів, кДж/год·кг; $q_n = 28,5$ кДж/год·кг;

m – середня маса одного птаха, кг; $m = 1,7$ кг

K_t – коефіцієнт, який враховує зміна тепловиділення зі зміною температури (у літній період при $\theta = 30$ °С $K_t = 0,87$).

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 °С виконується за допомогою теплового балансу:

$$Q_{\text{он}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{вип}} - Q_{\text{пт}} = 802000 + 61983 + 1840279 - 1861000 = 843262 \text{ кДж/год}$$

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

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

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.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Для опалення пташника вибираємо теплогенератор ГТГ-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 м³/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 $60 \times 2 = 120$ кг/год води [3].

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

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

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

$$P = K_3 \frac{L_B p_\epsilon}{\eta_\epsilon \eta_n}, \quad (3.1)$$

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

L_B – розрахункова продуктивність вентилятора, м³/с, $L_\epsilon=6500$ м³/год;

p_ϵ – розрахунковий напір вентилятора, $p_\epsilon= 63$ Па;

η_ϵ – ККД вентилятора; $\eta_\epsilon=0,67$;

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 ($n = 940$ об/хв) вибираємо двигун АИРП80-А6У2, потужністю 0,37 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 будуємо 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:

$$M_c = M_o + (M_{cn} - M_o) (\omega / \omega_n)^2, \quad (3.2)$$

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де M_0 – початковий момент;

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

ω, ω_n – задане і номінальне значення кутової швидкості.

$$\omega_i = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 900}{30} = 94,2, \quad \tilde{n}^{-1} \quad (3.3)$$

$$M_{сн} = \frac{P_n}{\omega_n} = 2,6 \quad H \cdot m. \quad (3.4)$$

$$M_0 = 0,1 M_{сн} = 0,26 \quad H \cdot m. \quad (3.5)$$

Визначають момент статичних опорів вентилятора при різних значеннях кутової швидкості (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Розрахунок механічної характеристики вентилятора

ω, c^{-1}	0	20	40	60	80	100
$M_c, H \cdot m$	0,26	0,37	0,68	1,2	1,9	2,9

Механічна характеристика вентилятора наведена на рис. 3.1.

Механічну характеристику електродвигуна будемо за п'ятьма характерними точками:

$$1. \quad S = 0, \quad M = 0, \quad H \cdot m; \quad \omega_c = 104,67 \quad c^{-1};$$

$$2. \quad S_H = (n_0 - n_n) / n_0, \quad (3.6)$$

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

n_n – номінальна частота обертання.

$$s_H = (1000 - 900) / 1000 = 0,1; \quad \omega_n = 94,2 \quad c^{-1};$$

$$M_H = 9550 \quad P_n / n_n; \quad (3.7)$$

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

$$M_H = 9550 \cdot 0,37 / 900 = 3,91 \quad H \cdot m.$$

3. Критичне ковзання:

$$S_k = \frac{S_i + \sqrt{S_i \cdot \frac{\mu_{\hat{e}} - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{S_i \cdot \frac{\mu_{\hat{e}} - 1}{\mu_1 - 1}}}, \quad (3.8)$$

$$\mu_1 = \mu_{\kappa} / \mu_n = 1,43;$$

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

$$\omega_{\kappa} = 63,4 \text{ c}^{-1}.$$

Максимальний момент двигуна

$$M_{\kappa} = \mu_{\kappa} M_n, \quad (3.9)$$

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

4. Точка мінімального моменту

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

$$M_{\min} = \mu_{\min} M_n; \quad (3.10)$$

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

5. Пуск двигуна:

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

$$M_{\text{пуск}} = \mu_{\text{п}} M_n; \quad (3.12)$$

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

З урахуванням допустимого зниження моментів (M' на рис. 3.1):

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

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

$$3. S_{\kappa} = 0,39; M'_{\kappa} = 0,9 \cdot M_{\kappa}; M'_{\kappa} = 7,04 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

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

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

З урахуванням допустимого відхилення напруги – 5% (M'' на рис. 3.1):

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

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

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

					02.02.KP.2607"C".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

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

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

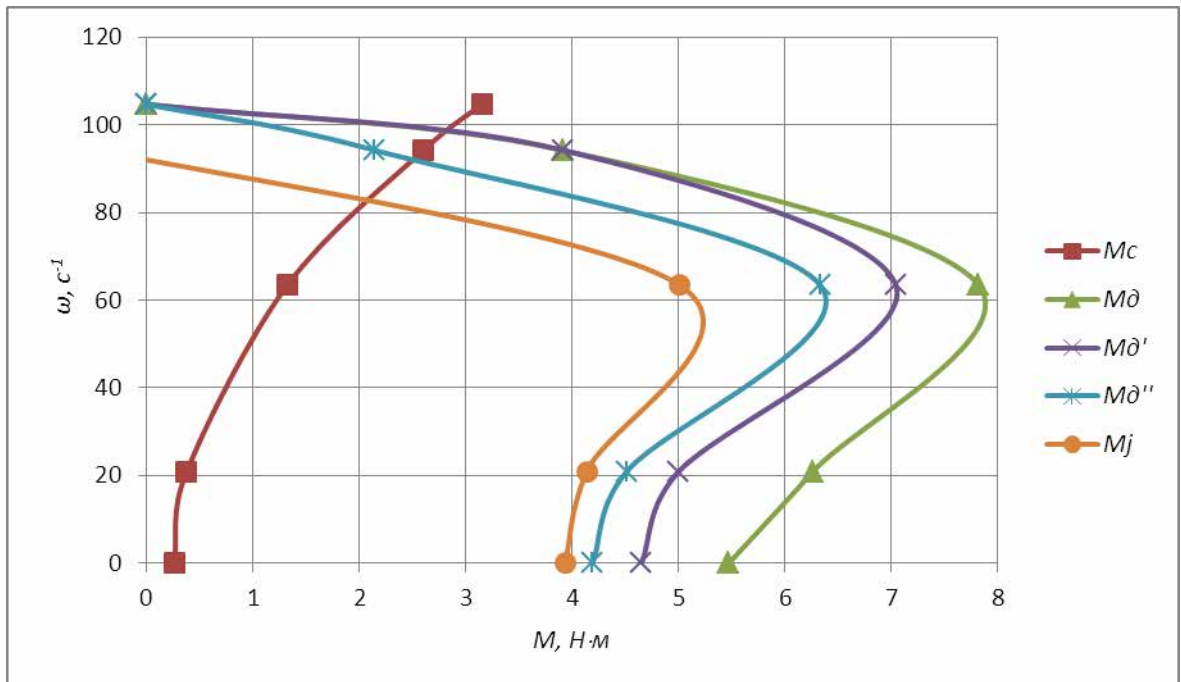


Рис.3.1. Визначення часу пуску електродвигуна вентилятора

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

$$M_j = M''_g - M_c . \quad (3.13)$$

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

$$\Delta t_i = \frac{J \cdot \Delta \omega_i}{M_{jcp}} , \quad c ; \quad (3.14)$$

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

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

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

Зведений момент інерції електропривода визначають за формулою:

$$J = J_\delta + J_{\delta i} , \quad (3.15)$$

де J_p – момент інерції ротора;

J_{pm} – момент інерції вентилятора.

					02.02.KP.2607"C".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

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

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Розрахунок часу пуску двигуна

$\Delta\omega_i$	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$M_{\text{дин.ср}}$	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:

$$t = \sum_{i=1}^9 \Delta t_i = 0,22 \text{ с.} \quad (3.16)$$

Перевищення температури двигуна під час пуску становить:

$$\tau = 8,0 \cdot 0,22 = 1,8^\circ\text{C}, \quad (3.17)$$

що менше допустимого значення (80°C).

3.2 Вибір силового електрообладнання

Для видалення посліду із пташника вибраний скребковий транспортер НКЦ-7-12-02, який складається з горизонтального і похилого транспортера. Горизонтальний транспортер переміщує послід по спеціальних каналах до похилого вивантажувального транспортера для вивезення в місця збору й знезаражування.

У процесі видалення посліду навантаження на електродвигун змінюється. У момент включення горизонтального транспортера навантаження максимальне, при русі скребоків і видалення посліду навантаження зменшується, тому що скидання посліду з коробів батарей у міру роботи стає усе менше й зовсім припиняється.

Визначимо зусилля транспортерного ланцюга на холостому ході, Н [8]:

$$F_x = m_l g L_y, \quad (3.18)$$

де m_l - маса 1 метра ланцюга зі скребками; $m=8,7 \text{ кг/м}$;

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$L_{\text{л}}$ - довжина ланцюга, $L_{\text{л}}=28$ 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 посліду об дно каналу при його русі проводиться за формулою:

$$F_n = g m_n f_n, \quad (3.19)$$

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

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

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

$$m_n = n z / 4 N, \quad (3.20)$$

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:

$$F_{\text{с}} = f_m g m_{\text{н}}; \quad (3.21)$$

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

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

$$F_{\text{с}} = F_1 l / a, \quad (3.22)$$

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

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

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$$P = \frac{\sum Fv}{10^3 \eta}, \quad (3.23)$$

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:

$$P = \frac{F_x v}{10^3 \eta}. \quad (3.24)$$

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

Момент опору на валу електродвигуна при максимальному завантаженні транспортера буде

$$M_{max} = \frac{F_{max} v}{\omega \eta}. \quad (3.25)$$

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

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:

$$M_{os} \geq \frac{M_0}{K_n \mu - 0,25}. \quad (3.26)$$

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Тоді потужність електродвигуна

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

З [5] для привода скребкового транспортера вибираємо електродвигун АИР100L4CY2, $P_n=4,0$ 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 3.3.

Таблиця 3.3

Електродвигуни технологічного обладнання пташника

Робоча машина	Кількість, шт.	Потужність, кВт	Струм, А	Кратність пускового 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	АИР100L4CY2
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 0,55	9,2 1,74	6,0 4,5	АИР112МВ6А2У2 АИР71В6У2

3.3 Вибір апаратури керування і захисту

3.3.1 Вибір автоматичних вимикачів

Для електродвигунів транспортера для видалення посліду НКЦ-7-12-02 проведемо вибір пуско-захисної апаратури. Для привода транспортера

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

застосований електродвигун АИР100L4CY2, потужністю $P=4,0$ кВт, номінальний струм двигуна $I_{н.дв} = 8,5$ А, кратність пускового струму $K_i = 7,0$.

Автоматичний вимикач вибирають за умовами:

1. $U_{авт.} \geq U_{мережі}$;
2. $I_{н.авт.} \geq I_{н.дв.}$;
3. $I_{н.розч.} \geq I_{н.дв.}$;
4. $I_{відс.} \geq K_3 K_{py} K_{pc} K_i I_{н.дв.}$,

де K_3 - коефіцієнт запасу, $K_3=1,1$; K_{py} – коефіцієнт, який враховує розкид уставки розчіплювача, $K_{py}=1,25$; K_{pc} - коефіцієнт, який враховує допустиме відхилення пускового струму двигуна, $K_{py}=1,2$; K_i - кратність пускового струму двигуна.

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

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

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

3.3.2 Вибір електромагнітного пускача

Електромагнітний пускач вибирають за умовами:

1. $U_{ном.пуск.} \geq U_{мережі}$;
2. $I_{ном.пуск.} \geq I_{ном.дв.}$;
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]:

$U_{ном.пуск.} = 380$ В, $I_{ном.пуск.} = 10$ А, $U_{кот.пуск.} = 220$ В.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

3.3.3. Вибір теплового реле

Теплове реле вибирають за умовами:

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

Вибираємо теплове реле типу РТЛ – 1014-О4:

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

Для електродвигуна транспортера вибираємо електромагнітний пускач ПМЛ–1200–04Б з тепловим реле РТЛ– 1010-О4 ($I_{уст.т.р.} = 3,8...6,0 \text{ А}.$)

Вибрану апаратуру розміщуємо в ящику керування ЯАА5910 – 3274ТУЗ.

Для іншого технологічного обладнання апарати керування і захисту вибираються аналогічно (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4

Пускозахисна апаратура

Назва споживача	P_n , кВт	I_n , А	Тип автоматичн ого вимикача	I_n , А	Тип магнітног о пускача	Тип теплового реле
Бункер сухих кормів БСК-10	0,55	1,74	ВА2001-3Р-С- 2А	2	ПМЛ- 1200О4Б	РТЛ- 1007-О4
Кормороздавач	0,55	1,69	ВА2001-3Р-С- 2А	2	ПМЛ- 1200О4Б	РТЛ- 1007-О4
Завантажувальний транспортер ТУУ-2А	1,5	3,52	ВА2001-3Р-С- 4А	4	ПМЛ- 1200О4Б	РТЛ- 1008-О4
Транспортер скребковий для посліду НКЦ-7-12-02	4,0	8,5	ВА2001-3Р-С- 10А	10	ПМЛ- 1200О4Б	РТЛ- 1014-О4
Транспортер збору яєць ТСЯ-20	0,55	1,74	ВА2001-3Р-С- 2А	2	ПМЛ- 1200О4Б	РТЛ- 1007-О4
Машина яйцесортувальна МСЯ-1М	0,25	1,04	ВА2001-3Р-С- 2А	2	ПМЛ- 1200О4Б	РТЛ- 1007-О4
Вентилятор ВО-Ф- 7,1А	0,37	1,1	ВА2001-3Р-С- 2А	2	—	—

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Теплогенератор ГТГ-1,5А	4,0 0,55	9,2 1,74	ВА2001-3Р-С-16А	16	ПМЛ-1200О4Б ПМЛ-1200О4Б	РТЛ-1014О4 РТЛ-1007О4
-------------------------	-------------	-------------	-----------------	----	----------------------------	--------------------------

3.4 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:

$$I_{\text{доп}} \geq k_o \sum I_n, \quad (3.27)$$

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 мм² з допустимим тривалим струмом 19 А.

Вибираємо кабель АВВГ довжиною 25 м перерізом 2,5мм², що прокладається частково в трубі в підлозі, частково – по стіні.

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

$$\Delta U = \frac{P_n l}{cS}, \quad (3.28)$$

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, мм²;

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

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 проводів для підключення інших навантажень (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

Вибір проводів 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	АИР71В6У2	1,74	АВВГ (4х2,5)	19	2,5	АВВГ (3х10+1х6)	70	10
Кормороздавач	АИР71А4У2	1,69	АВВГ (4х2,5)	19	2,5			
Завантажувальний транспортер ТУУ-2А	АИР80В4У2	3,52	АВВГ (4х2,5)	19	2,5			
Транспортер скребковий для посліду НКЦ-7-12-02	АИР100L4СУ2	8,5	АВВГ (4х2,5)	19	2,5			
Транспортер збору яєць ТСЯ-20	АИР71В6У2	1,74	АВВГ (4х2,5)	19	2,5			
Машина яйцесортувальна МСЯ-1М	АИР63В6У2	1,04	АВВГ (4х2,5)	19	2,5			
Вентилятор ВО-Ф-7,1А	АИРП-80-А6У2	1,1	АВВГ (4х2,5)	19	2,5			
Теплогенератор ГТГ-1,5А	АИР112МВ6А2У2 АИР71В6У2	9,2 1,74	АВВГ (4х2,5)	19	2,5			

3.5 Вибір розподільних пристроїв електросилової мережі

Пункти розподільні ПР11 призначені для розподілу енергії, захисту при перевантаженнях і струмах короткого замикання ґрунтових ліній з глухозаземленою нейтраллю.

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

3.6 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 «Регсов», що дозволяють імітувати світанок і сутінки плавно або ступінчасто.

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 годівницях різних ярусів батарей проводимо, виходячи з того, що освітленість у точці визначається за формулою:

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$e = \frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{H_p^2}, \quad (3.29)$$

де $I_{\alpha} = 159,2$ 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;

$$\alpha = \arctg \frac{d}{H_p}, \quad (3.30)$$

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 3.6) показав, що освітленість є допустимою.

Таблиця 3.6

Визначення освітленості на годівницях 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 $I_{\alpha} = \frac{159,2}{2^2} = 39,8$ $E = 39,8 \cdot \cos^3 \alpha \cdot \eta = 17,91 \cdot \cos^3 \alpha$
α	17,72°	22,3°	30,8°	39,1°	46,4°	52,2°	56,8°	
$\cos^3 \alpha$	0,864	0,79	0,633	0,47	0,33	0,23	0,163	
освітленість е, лк	15,4	14,1	11,3	8,3	5,85	4,1	2,9	$H_p = 1,4$ м $I_{\alpha} = \frac{159,2}{1,4^2} = 81,2$ $E = 81,2 \cdot \cos^3 \alpha \cdot \eta = 36,54 \cdot \cos^3 \alpha$
від двох світильників								
$\sum e, \text{лк}$	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	$H_p = 0,84$ м
$\cos^3 \alpha$	0,746	0,643	0,44	0,28	0,17	0,11	0,07	
освітленість е, лк	27,2	23,5	16,0	10,1	6,2	3,96	2,6	
від двох світильників								
$\sum e, \text{лк}$	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	

$\cos^3 \alpha$	0,497	0,366	0,193	0,1	0,05	0,03	0,02	$\frac{I_{\alpha}}{H_p^2} = \frac{159,2}{0,84^2} = 225$ $E = 225 \cdot \cos^3 \alpha \cdot \eta =$ $101,25 \cdot \cos^3 \alpha$
освітленість е, лк	50,3	36,9	19,5	9,7	5,1	3,06	1,8	
від двох світильників								
$\sum e, \text{лк}$	52,1	39,96	24,6	19,4	24,6	39,9	52,1	

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

$$\Phi_{\text{ЛР1}} = \frac{1000 E_{\text{доп}} K_3}{\sum e}, \quad (3.31)$$

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

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

Розрахуємо величину необхідного світлового потоку лампи для освітлення годівниць 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 годівниць 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 ламп показують, що необхідно брати джерела світла зі світловим потоком $\Phi \leq 700\text{--}750$ 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 збудливого дії високої освітленості слід застосовувати кольорове освітлення. 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.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

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 3.7.

Таблиця 3.7

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:

$$P_{уст} = P_{л} n_p n_c = 0,013 \cdot 6 \cdot 32 = 2,5 \text{ кВт.}$$

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

Потужність лампи складає:

$$P = \frac{h_{пит} \cdot S}{N}. \quad (3.32)$$

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

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

Результати розрахунків наведені у світлотехнічній відомості (таблиця 3.8).

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 3.8. Світлотехнічна відомість

№ п/п	Назва приміщення	Висота, Н (м)	Площа, S (м ²)	Вид освітлення	Коефіцієнт відбиття	Нормована освітленість,лк	Коефіцієнт запасу	Світильник		Лампа	
								Тип	Кількість, шт	Тип	Потужність лампи, Вт
1	Приміщення для птиці	3,0	1080	робоче	Підлога Стіни Стеля	30 30 50	1,1 5	НСП03	192	КЛЛ13	13
2	Кормоприготувальне	3,0	39,19	робоче	Підлога Стіни Стеля	10 10 50	1,1 5	НСП02	4	КЛЛ20	20
3	Склад яєць	3,0	10,1	робоче	Підлога Стіни Стеля	10 10 50	1,1 5	НСП03	4	ККЛ28	28
4	Службове приміщення	3,0	7,8	робоче	Підлога Стіни Стеля	10 10 50	1,1 5	НСП03	2	КЛЛ13	13
5	Тамбур	3,0	1,57	робоче	Підлога Стіни Стеля	10 10 50	1,1 5	НСП03	2	КЛЛ13	13
	Освітлення проходів	-	-	чергове	Підлога Стіни Стеля	- - -	-	НСП03	2	КЛЛ13	13

3.7 Розрахунки електричної мережі освітлення пташника

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].

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.

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

Переріз проводів розраховують за формулою [11]:

$$S = \frac{\sum M}{C \Delta U}, \quad (3.33)$$

де $\sum M = \sum_{i=1}^{i=n} P_i L_i$ - 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];

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ

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:

$$M_{0-1} = \sum P_0 L_{0-1} = n_1 P_C L_0 K_C + n_1 P_P L_1 K_C + 2n_0 P_C \left[L_{1-2} + L \frac{n_0 - 1}{2} \right] + , (3.34) \\ + 2n_0 P_C \left[L + \frac{n_0 - 1}{2} \right] \alpha + n_1 P_P K_C \left[l_{1-34} + L_1 \frac{n_1 - 1}{2} \right] \alpha$$

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

P_L - 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; $n = 3$, $P_P = 2$ 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 $\alpha = 1,83$.

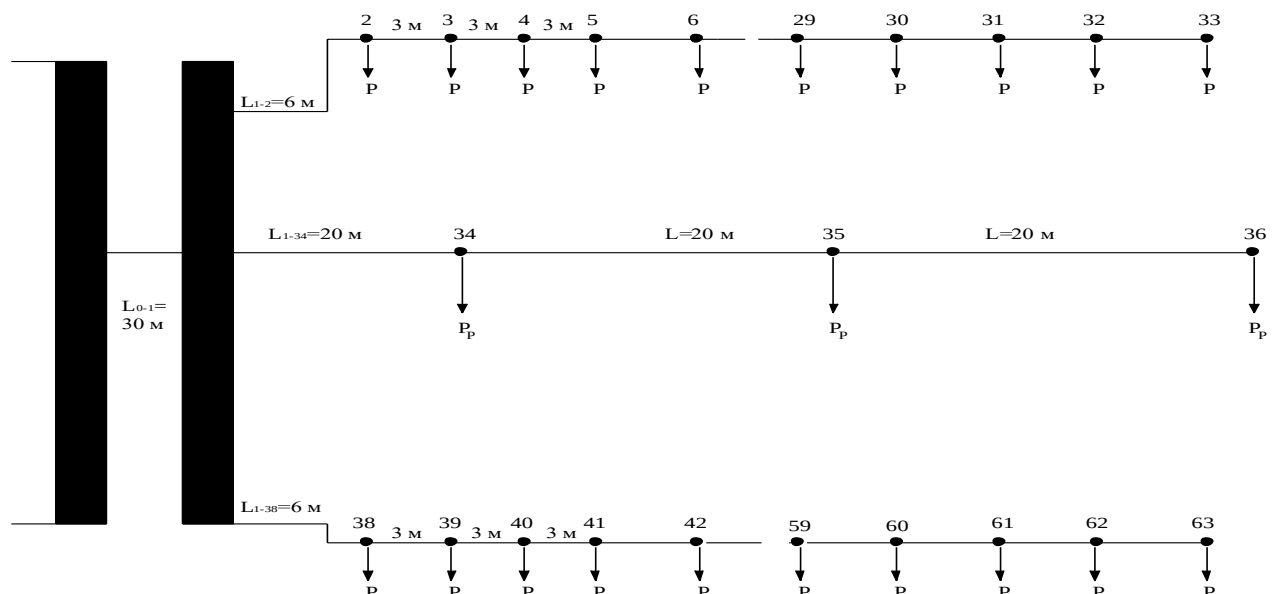


Рис. 3.2. Розрахункова схема освітлювального щитка

Визначимо момент відносно щитка:

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

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 $l_{0-1} = 30 \text{ м}$ при перерізі жили кабелю АВВГ $4 \times 16,0 \text{ мм}^2$ 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:

$$M_{1-63} = M_{1-33} = n_0 P_C \left[l_{1-2} + l \frac{n_0 - 1}{2} \right] = 32 \cdot 0,014 \cdot \left[6 + 30 \frac{32-1}{2} \right] = 43,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Визначимо момент навантаження на ділянці 1-36:

$$M_{1-36} = n_1 P_p K_c \left[l_{1-34} + l_1 \frac{n-1}{2} \right] \alpha = 3 \cdot 2,0 \cdot 0,5 \left(23 + 20 \frac{3-1}{2} \right) 1,83 = 6 \cdot 0,5 \cdot 43 \cdot$$

1,83=236 кВт·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 36м 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.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ

Арк.

44

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

$$\Delta U = \frac{\Sigma M}{CS}. \quad (3.35)$$

Для першої ділянки 0-1:

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

Для ділянки 1-33:

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

Для ділянки 1-36:

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

Для ділянки 1-63:

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

Загальна втрата напруги в проводах груп складе:

$$\Delta U = 0,58 + 0,374 + 0,374 + 1,26 = 2,60 \text{ \%}.$$

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]:

$$I_p = \frac{P_p K_n}{\sqrt{3} U \cos \varphi}, \quad (3.36)$$

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 мм² становить

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

19 А, 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.

Для захисту освітлювальних мереж переважно використовують автоматичні вимикач з комбінованими 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 ВА2001-1Р-С-6А ($I_{розч}=6$ А) [10], встановлені в освітлювальному щитку ЩО-611.

3.8 Розрахунок електричних навантажень та вибір джерела живлення

Розрахунок електричних навантажень проводимо методом графіка навантажень [4]. При визначенні електричних навантажень тваринницьких ферм розрахункові навантаження на вводі 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:

$$P_c = \frac{P_n \cdot K_3}{\eta}, \quad (3.57)$$

де P_n – номінальна потужність електродвигуна.

η – ККД електродвигуна.

K_3 – коефіцієнт завантаження.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Споживана реактивна потужність електродвигуна , кВАр:

$$Q_{\text{спож.}} = P_c \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.58)$$

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

Розрахункові навантаження виробничих будівель птахоферми прнаведені в таблиці 3.9.

Півгодинний максимум визначають за ділянкою, де протягом півгодини споживча потужність найбільша. Підсумок розрахункових навантажень проводимо за денним максимумом, оскільки денні розрахункові навантаження в більші вечірніх, або дорівнюють вечірнім.

Визначаємо повну потужність виробничого комплексу за формулою:

$$S = \sqrt{1,06 \sum P^2 + \sum Q^2}, \quad (3.59)$$

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

$$S = \sqrt{1,06 \cdot 26,78^2 + 13,76^2} = 30,81 \text{ кВА}.$$

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

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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 3. 9. Електричні навантаження пташника

Назва споживача	Р _{сп.} , кВт	Q _{сп.} , кВА р	Час робот и 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
Кормороздавачі	4,68	3,36	3																								
Транспортер роздачі кормів	1,92	1,0	3																								
Шнек бункера	0,8	0,56	3																								
Яйцесортувальна машина	0,42	0,32	1																								
Яйцезбиральний транспортер	0,8	0,56	1																								
Вентилятори	10,96	5,93	24																								
Теплогенератор	5,68	2,91	12																								
Робоче освітлення	2,74	–	17																								
Чергове освітлення	0,2	–	7																								

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ПТАШНИКУ

4.1 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 повітрообмін, 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 приміщеннях 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. І. Мартиненко, Л. Г. 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

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автоматизованих систем управління виробничими процесами на птахофабриках з великим поголів'ям птиці, різноманітністю технології утримання птиці, обумовленої видовими і статевими особливостями її, а також об'ємом виробництва і зонально-кліматичними умовами.

4.2 Теоретичне обґрунтування розробки

Комплект вентиляційного обладнання «Клімат 4М» залежно від номера осьового 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–КЛЮЗ «Кліматика 1» або модернізована тиристорна станція керування типу ТСУ–3–КЛЮЗ.

Пристрій ТСУ–2–КЛЮЗ «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.

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:

$$\Delta P_v = M_{ном} \left(\frac{f}{f_{ном}} \right)^2 \omega_0 s_{ном} \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) = \Delta P_{вно} \left(\frac{f}{f_{ном}} \right)^2. \quad (4.1)$$

При частотному способі регулювання швидкості асинхронного двигуна робоче ковзання двигуна залишається невеликим у всьому діапазоні

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

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:

$$\Delta P_{cm} = \Delta P_{cm1} + \Delta P_{cm2} \approx \Delta P_{cm1ном} \left(\frac{U}{U_{ном}} \right)^2 \left(\frac{f_1}{f_{1ном}} \right)^{1,3} = \Delta P_{cm1ном} \left(\frac{f^2}{f_{ном}^2} \right)^2 \left(\frac{f_1}{f_{1ном}} \right)^{1,3} = \Delta P_{cm1ном} \left(\frac{f^2}{f_{ном}^2} \right)^{5,3}. \quad (4.2)$$

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

$$\frac{\Delta P}{\Delta P_{ном}} = \frac{\Delta P}{\Delta P_{ном}(\alpha + 1)} = \frac{1}{\alpha + 1} \left(\alpha \left(\frac{f}{f_{ном}} \right)^{5,3} + \left(\frac{f}{f_{ном}} \right)^2 \right). \quad (4.3)$$

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.

4.3 Розробка системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в пташнику

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. 4.1).

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;

Час розгону / уповільнення - 0,1 ... 600, с.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

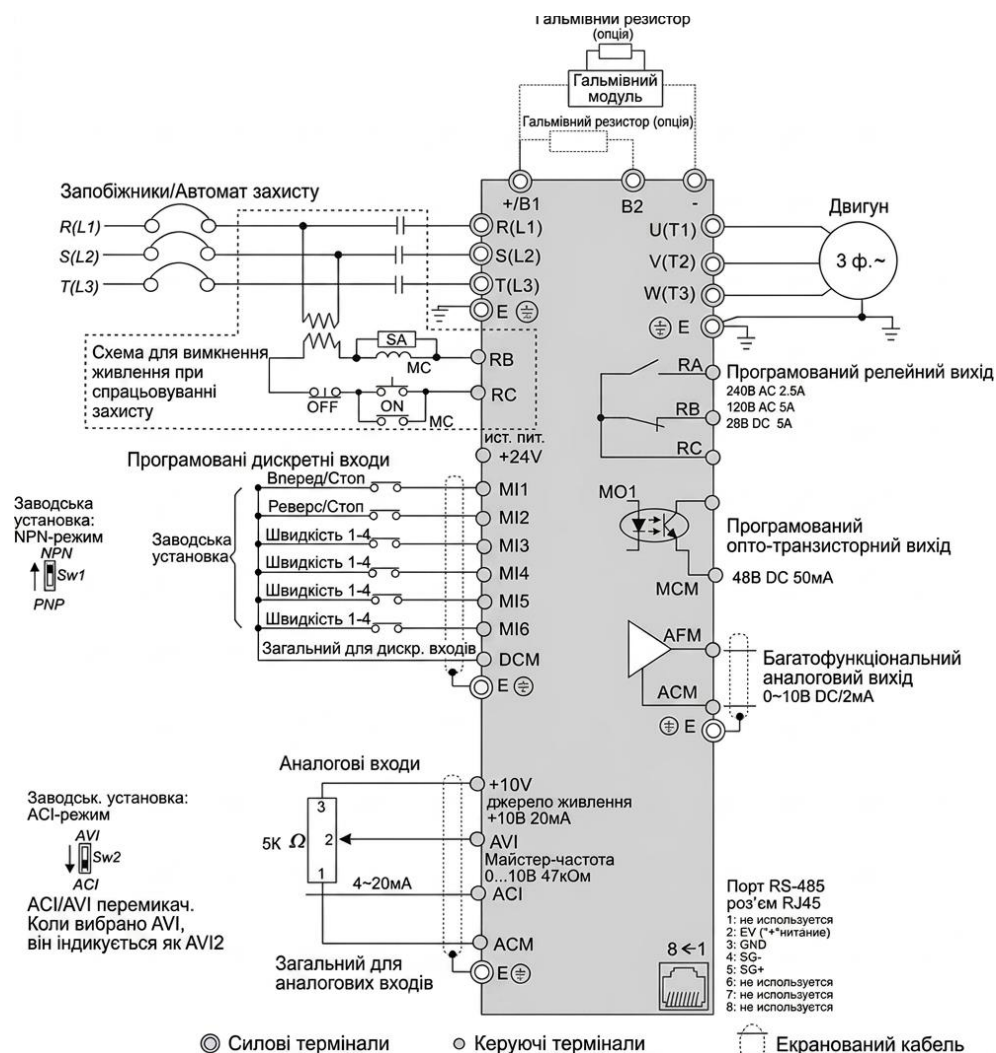


Рис. 4.1. Перетворювач частоти VFD055E43A

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 РЧ-фільтр класу В;
- вбудований RS-485 (MODBUS);
- комунікаційні адаптери для мереж ProfiBus, DeviceNet, LonWork і CANopen
- опціональний виносний пульт PU06 і програмне забезпечення VFD PC;
- можливість активації векторного режиму шляхом перешивки firmwar.

Принципіальна електрична схема системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату наведена на листі 4.

За основу розробки було взято конструкцію і схемне рішення серійної станції ТСУ-2-КЛЮЗ. Схема має автоматичний вимикач QF1, призначений для захисту від струмів короткого замикання, та перемикач SA для перемикання режимів роботи (робота в керованому або некерованому режимі роботи).

У керованому режимі двигуни вентиляторів отримують живлення від перетворювача частоти АФ. Робота перетворювача частоти передбачена у ручному і автоматичному режимі. При роботі в ручному режимі перетворювач керується від вбудованого потенціометра, а в автоматичному режимі – від мідного термометра опору ТСМ з нормуючим перетворювачем.

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

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.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

РОЗДІЛ 5

ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

5.1 Енергозбереження в пташнику

Зменшити споживання реактивної потужності електроприймачами, особливо електродвигунами, можна без та із застосуванням компенсаторів реактивної потужності.

Перший спосіб включає в себе: правильний вибір електродвигуна за потужністю, забезпечення нормального завантаження електродвигунів, зменшення тривалості роботи електроприймачів на холостому ході за рахунок впорядкування технологічних процесів та використання обмежувачів холостого ходу і застосування синхронних двигунів замість асинхронних, де це можливо за умовами технологічного процесу та перемиканням електродвигунів при неповному завантаженні із «трикутника» на «зірку».

Встановлення компенсуючи установок у споживачів є найбільш ефективним способом зниження втрат електроенергії в електромережах – в середньому до 300 *кВт/год* на 1 *кВАр* компенсуючи конденсаторів на рік. Це означає, що КУ потужністю 250 *кВАр* дозволяє щорічно економити близько 50 т. вугілля.

Важливою умовою раціонального використання електроенергії є автоматизація виробничих процесів. Так, автоматизація регулювання температури дозволяє одержати економію енергії 20-25 %. Часто при незначних пошкодженнях автоматичну систему вимикають і переводять установку в ручний режим керування, що призводить до перевитрат електроенергії.

Перевитрати енергії в освітлювальних установках найчастіше бувають при неправильному розрахунку потрібної потужності ламп або монтажу

					02.02.KP.2607"C".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

світильників без розрахунку; заміні перегорілих ламп лампами більшої потужності через відсутність потрібних. Зменшити витрату електроенергії можна за рахунок використання енергоефективних світлордідних ламп.

Для ртутних ламп підвищення напруги призводить до зростання реактивної потужності.

Уникнути цих перевитрат електроенергії можна постійним контролем рівня напруги в мережі та із застосуванням автоматичних пристроїв.

5.2. Заходи з безпеки праці в пташнику

Пташник є особливо сирим приміщенням із хімічно активним середовищем і відноситься до особливо небезпечних приміщень стосовно безпеки ураження людей електричним струмом.

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

- забезпечення робочих місць місцевим освітленням;
- захист від проникнення до обертових частин машин і механізмів шляхом устанавлення огорожень і захисних блокувань;
- запобігання вибуху в разі виникнення небезпечної концентрації пари на ділянках просочування, сушіння та фарбування шляхом устанавлення 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 вводі до виробничого об'єкта, занулення металевих частин обладнання, а також використання електрозахисних засобів;
- захист споруди від прямих ударів блискавки шляхом спорудження системи блискавкозахисту;
- устанавлення пожежних кранів, щитів з інвентарем для гасіння пожежі та оснащення окремих приміщень і робочих місць вогнегасниками.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Обслуговуючий персонал забезпечується спецодягом та індивідуальними засобами захисту.

Таблиця 5.1

Засоби захисту обслуговуючого персоналу

Найменування	Марка	ГОСТ, ТУ	Од. вим.	К- сть	Примі тки
1.Штанга оперативна універсальна	ШОУ-10У1	ТУ16538231-74	шт.	2	засоби
2. Кліщі ізоляційні	К-1000	ТУ34281706-76	шт.	2	захис-
3.Показчик напруги	УНН-1	ТУ2504956-26	шт	1	ту
4.Кліщі вимірювальні	Ц-91	ТУ3428100Т2-	шт.	2	збері-
5.Монтажний інструмент з ізольованими ручками	КСН4-2	80 ТУ38106359-79	ком	2	гають- ся в
6.Рукавиці діелектричні		ГОСТ13385-78	пар	2	спец. шафі в
7.Боти діелектричні		ГОСТ121018-79	пар	3	диспе-
8.Переносні заземлення 0,4 кВ		ГОСТ4997-75	шт	4	тчерсь
9.Килимок діелектричний 45х45 см		ГОСТ124026-76	шт.	3	кій
10. Плакати і знаки безпеки			шт	5	

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.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Для безпеки праці при обслуговуванні електроустановок проектом передбачено забезпечення обслуговуючого персоналу основними і додатковими засобами захисту, розрахунок яких приведений в таблиці 5.1.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПТАШНИКАХ

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, недовипуску 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:

$$\lambda = \sum_1^b \lambda_{oi} n_i K_{\lambda} \quad (6.1)$$

де n_i – число однотипних елементів;

λ_{oi} – інтенсивність відказу елементів в лабораторних умовах;

K_{λ} – поправочний коефіцієнт на конкретні умови експлуатації.

Середнє напрацювання на відказ

$$t_B = \frac{1}{\lambda} \quad (6.2)$$

Затрати часу на усунення відказу

					02.02.KP.2607"C".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$T_b = K_n \frac{\sum_1^b \lambda_i n_i t_{Bi}}{\sum_1^b \lambda_i n_i}, \quad (6.3)$$

де K_n – коефіцієнт, який враховує час пошуку несправності в системі ($K_n=1,5-2$),
 t_{Bi} – час відновлення i -того елемента.

Очікувана кількість відказів системи за рік:

$$m_o = \lambda t_p \quad (6.4)$$

де t_p – час роботи системи протягом року.

Очікуваний сумарний час простою технологічного обладнання за рік:

$$t_{nc} = m_o \cdot t_{np}, \quad (6.5)$$

де t_{np} – час простою технологічного обладнання при одному відказі;

$$t_{np} = t_{eB} + T_B, \quad (6.6)$$

де t_{eB} – затрати часу на виклик ремонтнообслуговуючого персоналу

Коефіцієнт готовності

$$K_z = \frac{t_B}{t_B + t_{np}} = \frac{t_p}{t_p + t_{nc}} \quad (6.7)$$

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:

$$t_{nc} = t_{nT} + t_{na}, \quad (6.8)$$

де t_{nT} – час простою через відкази технологічного обладнання;

t_{na} – час простою через відкази елементів схем автоматизації.

$$t_{nc} = \frac{t_p (1 - K_r)}{K_r} \quad (6.9)$$

Імовірність безвідказної роботи :

$$p = e^{-\lambda T}, \quad (6.10)$$

де T – заданий інтервал часу.

Виконаємо розрахунок показників надійності для систем автоматичного регулювання мікроклімату в пташнику. Дані розрахунків наведені в таблиці 6.1.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 автоматизации надежности элементов и устройств автоматизации и вычислительной техники. – М.: Высш. шк., 1989 – 270с.)

Для системи автоматичного регулювання мікроклімату інтенсивність відказів складає $52,92 \times 10^{-6} 1/\text{год}$.

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 6.1

Розрахунок показників надійності системи автоматичного регулювання мікроклімату в пташнику

Елементи схеми керування	Кількість, шт. n_i	$\lambda_i, 10^{-6} 1/2 \text{ год.}$	$t_{Bi}, \text{ год.}$	$\Sigma \lambda_i n_i, 10^{-6} 1/2 \text{ год.}$	$\Sigma \lambda_i n_i t_{Bi}, 10^{-6}$
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:

$$m_o = 52,92 \cdot 10^{-6} \cdot 8760 = 0,46.$$

Час простою технологічного обладнання:

$$t_{np} = 1,2 + 4,06 = 5,26 \text{ год}.$$

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт готовності:

$$K_a = \frac{18896}{18896 + 5,26} = 0,9997.$$

Очікуваний час простою технологічного обладнання з урахуванням відказів елементів схем автоматизації:

$$t_{nc} = \frac{8760(1 - 0,9997)}{0,9997} = 2,63 год.$$

Ймовірність безвідмовної роботи за 1000 год.

$$P = e^{-0,05292} = 0,95.$$

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано та вибрано технологічне обладнання для пташника з клітковим утриманням птиці, яке забезпечує механізацію основних технологічних процесів на птахофабриці.

2. Обґрунтована система електрообладнання для створення необхідного мікроклімату, водопостачання, кормороздавання, прибирання посліду, освітлення виробничих приміщень.

3. Визначена потужність на вводі пташника та вибрана трансформаторна підстанція 10/0,4 кВ.

4. Розроблена система автоматичного керування на базі перетворювача частоти, яка забезпечує більш глибоке регулювання і споживає на регулювальних характеристиках в 1,05 – 4,7 разів менше електроенергії, ніж система з регулятором напруги ТСУ2-КЛУЗ. При використанні перетворювача частоти двигуни вентиляційної установки на всіх регулювальних характеристиках працюють з однаковою швидкістю, завдяки чому вентиляція приміщення буде більш рівномірною.

5. Розроблені заходи з енергозбереження та безпеки праці в пташнику.

6. Ефективність застосування перетворювачів частоти в системі автоматичного регулювання мікроклімату в пташнику підтверджують економічні розрахунки. Середнє напруження на відказ становить 18896 год, а ймовірність безвідмовної роботи 0,95.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бесулін В.І. та ін. Птахівництво і технологія виробництва яєць та м'яса птиці. – Біла церква, 2003. – 448 с.
2. 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.
3. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві / О. С. Марченко, О. В. Дацішин, Ю.М. Лавріненко та ін. – К.: Урожай, 1995. – 416 с.
4. Довідник сільського електрика / за редакцією В.С. Олійника. – К.: Урожай, 1989. – 264 с.
5. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній / Є.Л.Жулай, Ю.М.Лавріненко, О.С.Марченко, Д.Г.Войтюк. - К. „Урожай”, 2001 – 288 с.
6. Електропривод / [Лавріненко Ю.М., Марченко О.С., Савченко П.І. та ін.]; за ред. Ю.М. Лавріненка. – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.
7. Каталог «Аско УкрЕм». – К., 2023.
8. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ – 2017).
9. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник / [Синявський О.Ю., Савченко П.І., Савченко В.В. та ін.]; за ред. О.Ю. Синявського. – К.: Аграр Медіа Груп, 2015. – 604 с.
10. Микроклимат животноводческих зданий / Баландин В.И.; Изд-во: СПб: ПрофиКС, 2003 г.
11. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 260с.
12. Правила технічної експлуатації тепловикористовуючих установок і теплових мереж /Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 81с.
13. Правила безпечної експлуатації електроустановок.ДНАОП1.1.10-1.01-97. Держнаглядохоронпраці України. - К.: Основа, 1997. - 265 с.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

14. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. /Держнаглядохоронпраці України.: - К.: Основа, 1998. - 380с.

15. Червінський Л.С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. -214 с.

16. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч./ Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. – К.:Аграрна освіта, 2011. - 448 с.

17. Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК.: Підручник для студентів ВНЗ. – Харків: Факт, 2008. – 438 с.

18. 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.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.010.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64