

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

02.08 – МР.051 «С» 2021.01.14 014 ПЗ

**Саюк Ілля Андрійович**

**2021**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРИТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 621.3.631.24(477.81)

**ПОГОДЖЕНО**

Директор ННІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження

Каплун В.В.

(підпис)

2021 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри  
електротехніки, електромеханіки та  
електротехнологій

Жильцов А.В.

(підпис)

2021 р.

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему: „РОЗРОБКА СИСТЕМИ БЕЗЗАРАЖУЮЧОЇ ОБРОБКИ  
КОРМІВ НА ПТАХОФЕРМІ”

Спеціальність 14D – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Блок дисциплін Світлотехніка та джерела світла

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

**Керівник магістерської роботи**

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

**Виконав**

Усенко С.М.

(підпис)

(ПІБ)

Саюк І.А.

(підпис)

(ПІБ)

**Нормоконтроль**

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

**Консультант**

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Коробський В.В.

(підпис)

(ПІБ)

Окушко О.В.

(підпис)

(ПІБ)

КИЇВ – 2021

ЗАТВЕРДЖУЄ

Завідувач кафедри

електротехніки, електромеханіки та  
електротехнологій

д.т.н., проф.

Жильцов А.В.

2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Саюку Іллі Андрійовичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Блок дисциплін Світлотехніка та джерела світла

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: **„Розробка системи знезаражуючої обробки кормів на птахофермі”**

затверджена наказом ректора НУБіП України від 14.01.2020 № 051“С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.11.2021

Вихідні дані до магістерської роботи

«Правила устроїства 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 підприємства.
2. Виконати проектування електрифікації та автоматизації технологічних процесів у птицинику.
3. Розробити системи знезараження кормів.
4. Дослідити ефективність озонування кормів.
5. Виконати розрахунок елементів системи електропостачання господарства.
6. Обґрунтувати заходи з монтажу та налагодження електрообладнання у господарстві.
7. Розробити заходи з охорони праці.
8. Провести техніко-економічне обґрунтування системи очищення води та кормів.

Дата видачі завдання 02.02.2021 р.

Керівник магістерської роботи

Завдання прийняла до виконання

(підпис)

(підпис)

Усенко С.М.

(підпис)

Саюк І.А.

(підпис)

## Реферат

Магістерська робота: 109 с., 25 рис., 22 табл., 22 джерел.

**Мета роботи.** Обґрунтування систем електрообладнання, а також засобів автоматичного керування на птахофермі, який забезпечить підвищення ефективності технологічних процесів, якість продукції та зменшить її собівартість.

**Об'єкт дослідження.** Технологічні процеси на птахофермі.

**Предмет дослідження.** Технічні характеристики та закономірності системи електрообладнання і засобів автоматичного керування з урахуванням їх призначення на птахофермі.

**Методи дослідження.** При розв'язанні задач, висвітлених у магістерській роботі, запропоновано застосування методів інтегрування аналітично заданих функцій, дослідження й оптимізації електрофізичних процесів, характеристика електрофізичних показників у деяких технологічних процесах. Для обчислення різних електричних показників використовувалися математичні й фізичні моделі. Дослідницькі випробування в лабораторних умовах проводилися на промислових установках.

Дослідження проводились за сучасними методиками. Обробка результатів виконувалась на ПК в середовищі математичного програмного забезпечення "Mathcad 15.1". Застосування цих методів дало цілком надійні та точні результати.

В магістерській роботі представлено вибір технологічного обладнання для приготування та розподілу кормів, озонної обробки зерна, напування тварин, видалення гною та підтримка необхідних параметрів мікроклімату, освітлення.

Розраховано електроприводи, обрані відповідні електродвигуни. Розраховано та проведено вибір пристроїв контролю та захисту, перевірено їх відповідності.

Проведено розрахунки освітлення на птахофабриці, основне приміщення розраховано за методом світлового потоку, а допоміжні приміщення - методом питомої потужності. Підібрано провода, кабелі та світлові прилади.

Розроблено та досліджено системи керування режимами освітлення.

Проведено розрахунки ліній електропередачі 0,38 кВ. Розраховано потужність підстанції 10 / 0,4 кВ.

Детально розроблено пристрої для зараження зерна.

Проаналізовано питання безпеки праці та використання електроприладів у пташнику. Проводяться техніко-економічні розрахунки. Розраховано річне споживання електроенергії в системі.

**Положення що виносяться на захист:**

- Вибір технологічного обладнання різних технологічних процесів на птахофермі;
- Розрахунок та вибір електротехнічного обладнання різних технологічних процесів на птахофермі;
- Розрахунок доцільності використання пристроїв знезараження зерна;
- Розрахунок електроосвітлення і вибір освітлювальних установок;
- Розрахунок електричних навантажень, вибір джерел живлення і зовнішніх електричних мереж;
- Організація обліку та раціонального використання електроенергії;
- Заходи з охорони праці;
- Заходи з пожежної безпеки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень, термінів

### ВСТУП

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА

1.1. Виробничо-господарська характеристика господарства.

1.2. Стан електрифікації птахоферми

1.3. Обґрунтування та вибір технологічного процесу

1.4. Обґрунтування та вибір технологічного обладнання.

## РОЗДІЛ 2. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок водопостачання пташника.

2.2. Розрахунок вентиляції пташника.

2.3. Розрахунок опалення пташника.

2.4. Розрахунок освітлення пташника

2.5. Опромінення птиці

2.6. Розрахунок і вибір електросилового обладнання.

## РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ ОСВІТЛЕННЯ

3.1. Вплив режимів освітлення на стан і продуктивність птиці

3.2. Аналіз засобів автоматизації процесу керування освітлювальними  
установками в пташниках

3.3. Розробка пристрою автоматичного керування освітлювальними  
установками у виробничому приміщенні пташника

## РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ КОРМІВ

4.1. Аналіз стану сучасних технологій знезаражуючої обробки.

4.2. Озонування кормів, як ефективний спосіб підвищення харчової  
цінності.

4.3. Розробка технології знезараження кормів

## РОЗДІЛ 5. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПТАХОФЕРМИ

5.1. Розрахунок електричних навантажень

5.2. Вибір джерела живлення

5.3. Перевірка захисної апаратури на спрацювання при однофазному або трифазному короткому замиканні.

## РОЗДІЛ 6. ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1. Розрахунок об'єму робіт з обслуговування енергетичного обладнання.

6.2. Розрахунок річних трудозатрат на проведення ТО і ПР електротехнічного обладнання.

6.3. Планування технічного обслуговування та ремонту електрообладнання в штатнику.

## РОЗДІЛ 7. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

7.1. Аналіз стану безпеки праці в господарстві.

7.2. Організаційні та технічні заходи щодо усунення небезпечних та виробничих факторів.

7.3. Вибір індивідуальних заходів захисту.

7.4. Розрахунок заземлюючого пристрою.

7.5. Пожежна безпека.

## РОЗДІЛ 8. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ.

Висновки.

Список використаної літератури.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

Н

А - Ампер;

В - Вольт;

Вт - Ват;

гр. - група;

грн. - гривень;

ел. двигун - електродвигун;

ККД - коефіцієнт корисної дії;

КЛ - кабельна лінія;

КТП - комплектна трансформаторна підстанція;

ЛЕП - лінії електропередач;

м. - метр;

м. - місто;

НКП - низьковольтний комплектний пристрій;

ПР - поточний ремонт;

р. - рік;

рис. - рисунок;

с. - секунда;

САК - система автоматичного керування;

табл. - таблиця;

ТО - технічне обслуговування;

ТП - трансформаторна підстанція;

у.о. - умовна одиниця;

ФГ - фермерське господарство;

ШМ - широтно-імпульсний модулятор;

Я - ящик.

1

Н

1

Н

1

Н

1

Н

1

НУБІП України

НУБІП України



## ВСТУП

На даному етапі розвитку агропромислового сектору відбувається процес реформування. Організуються багато різноманітних сільськогосподарських підприємств таких, як товариства з обмеженою відповідальністю, фермерські господарства, тощо.

Головною умовою розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва є широке використання сучасних електротехнічних пристроїв, систем автоматичного керування, встановлення надійного електропостачання, забезпечення агропромислових підприємств та комплексів найновітнішими досягненнями науково-технічного прогресу і передового досвіду.

**Мета роботи.** Обґрунтування систем електрообладнання, а також засобів автоматичного керування на птахфермі, який забезпечить підвищення ефективності технологічних процесів, якості продукції та зменшить її собівартість.

**Об'єкт дослідження.** Технологічні процеси на птахфермі.

**Предмет дослідження.** Технічні характеристики та закономірності системи електрообладнання і засобів автоматичного керування з урахуванням їх призначення на птахфермі.

**Методи дослідження.** При розв'язанні задач, висвітлених у магістерській роботі, запропоновано застосування методів інтегрування аналітично заданих функцій, дослідження й оптимізації електрофізичних процесів, характеристика електрофізичних показників у деяких технологічних процесах. Для обчислення різних електричних показників використовувалися математичні й фізичні моделі. Дослідницькі випробування в лабораторних умовах проводилися на промислових установках.

Дослідження проводились за сучасними методиками. Обробка результатів виконувалась на ПК в середовищі математичного програмного забезпечення "Mathcad 15.1". Застосування цих методів дало цілком надійні та точні результати.

**РОЗДІЛ 1.**  
**АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**  
**ГОСПОДАРСТВА**

**1.1. Виробничо-господарська характеристика господарства.**

Господарство розміщене в зоні помірного континентального клімату.

Середній показник температури повітря становить літом 24<sup>0</sup>С, в зиму -13<sup>0</sup>С, середня швидкість вітру для даної кліматичної зони – 9м/с.

Таблиця 1.1

**Використання земельних угідь на 01.01.2021 р.**

Назва угідь	Площа, га
Загальна земельна площа	3250
Всього	2425
із них ріллі	2235
Пасовища	220
осушених земель	25

Таблиця 1.2

**Валовий збір і урожайність кожної культури**

Назва культури	Площа Га	Валовий збір, ц/га	Урожайність, ц	Собівартість продукції, тис. грн..
Зернові і бобові (озимі і ярі)	735	12400	32,6	124
Озимі зернові	420	5400	30	45
Ярі зернові	315	7000	35	79
Кукурудза	85	4880	48,8	26,8
Кормові коренеплоди	65	49488	706	193
Багаторічні трави	195	10015		140

**1.2 Стан електрифікації птахоферми.**

Електропостачання підприємства забезпечується від підстанції 35/10 кВ по лінії 10 кВ довжиною 15 км.

Високовольтні лінії, змонтовані на залізобетонних опорах і виконані проводом СИП-50, СИП-70.

Стан ліній 35, 10 кВ задовільний.

На території господарства встановлено 5 трансформаторних підстанцій загальної потужності яких складає 486 кВА.

Лінії 0,38 кВ змонтовані проводами марки СИП-16, СИП-25, СИП-35 на залізобетонних опорах. Відстань між опорами складає 40 метрів. Висота підвісу проводів відповідає вимогам ПУЕ і знаходиться в задовільному технічному стані.

Освітлення на фермі, вулицях та інших об'єктах підприємства виконані світлодіодними світильниками.

Облік витрат електроенергії виконується лічильниками активної енергії. Лінії 0,38 кВ виконані із глухо заземленою нейтраллю. РНЕ проводи освітлювальних і силових мереж виконані проводами такого ж перерізу як і фазні.

Повторне заземлення лінії 0,38 кВ виконано відповідно з вимогами ПУЕ. Відстань між заземлювачами не перевищує 100м.

Для захисту будівель від влучання блискавки виконано захисний контур, який виготовлений із сітки та стержневих блискавководводів.

Для керування та захисту електроприводів та іншого електрообладнання обрано пускачі, теплові реле, автоматичні вимикачі, рубильники, перемикачі, УЗО та інші апарати.

Стан електрифікації підприємства представлено в таблицях 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.3

### Перелік електротехнічного обладнання підприємства

Назва	Кількість (шт)	Потужність
Загальна кількість ТП	5	486 кВА
Всього електростанцій	2	75 кВт
в т.ч.: пересувних	1	37,5 кВт
Електродвигуни	711	2275 кВт
Електроустановки, обслуговуючі виробничі процеси	32	424
Довжина мережі	18 км	

# НУБІП України

Таблиця 1.4

## Показники споживання електроенергії

Покази	Кільк. тис. кВт·год
Отримано електроенергії	1869
В тому числі в рамках ліміту	1230
Всього	1869
На виробничі потреби	1342
На освітлення і побутові потреби	211
Підприємства зв'язку, охорони, торгівлі, загального харчування	130
Іншими організаціями і підприємствами	166
Втрати електроенергії в мережах і трансформаторах	20

### 1.3 Обґрунтування та вибір технологічного процесу.

Для 10000 голів з клітковим утриманням згідно технологічних норм необхідні розміри будівлі 12 x 48 м. Відповідно на даній площі розміщується 3 трьохярусні кліткові батареї по 420 кліток КБК-Н-3, що дозволяє розмістити 10080 голів птиці.

Кліткова батарея КБК-Н-3 призначена для розміщення промислового стада курей-несучок у закритих приміщеннях із регульованим кліматом та може бути використана у всіх кліматичних зонах. Обладнання, яким комплектується батарея забезпечує автоматичне виконання основних технологічних процесів: напування, роздачі корму, прибирання посліду, збору яєць. КБК-Н-3 це багаторярусний каркас, що містить батареї кліток, і елементи виконавчих механізмів розташованих в торцях батареї.

Система годування має загальний привід, розташовані поярусно в передній частині батареї.

Система напування це система пластикових труб з ніпельними напувалками встановленими в клітках. Система забезпечує подачу води птиці, що знаходиться в клітках батареї.

# НУБІП України

Таблиця 1.5

## Технічні характеристики кліткової батареї КБК-Н-3

Розмір клітки	Одиниці вимірювання	Тип установки КБК-Н-3
Ширина	мм	600
Глибина	мм	485
Висота фасаду	мм	445
Висота тилу	мм	395
Висота решітки фасаду	мм	230
Площа підлоги	см <sup>2</sup>	2910
Решітка підлоги: – ширина комірки	мм	25x50
– уклін	мм	7,58°
– діаметр дроту	мм	2
Площа посадки	см <sup>2</sup>	420
Місткість клітки	голів	8

Система обробки яєць це система транспортерів розташованих на кожному із ярусів батареї, які забезпечують переміщення яєць до краю батареї. Звідки яйця вертикальним елеватором переміщується на екпад та сортується.

Для годівлі птиці використовуються повнораціонні корми, які надходять зі складу до бункера сухих кормів, звідки на горизонтальний транспортер КУТ-3В із потужністю 0,5 кВт, яким подається до кормороздавачів розміщених безпосередньо в кліткових батареях.

Послід із кожного яруса прибирається скребокними механізмами МПС-6М. З приміщення пташника послід вивантажується транспортером НКЦ 07-12 потужністю 3 кВт шляхом завантаження в транспортні засоби.

### 1.4 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання.

При виборі обладнання для водопостачання враховують фактори: глибину залягання і дебіт джерела води, якість води та характер споживання, тип водозабірних пристроїв, можливості енергозабезпечення.

Насоси «Водолій» типу БЦПЭ працюють при повному заглибленні корпусу в середовище. Це вимагає надійної ізоляції електропроводки. Насоси

використовується для підйому води із скважин і мають забезпечувати високий тиск. Заглибні насоси вирішують більшість задач систем водопостачання, оскільки звичайний агрегат встановлений на "суші", не забезпечить подачу води

з глибин (максимальна висота "всмоктування" таких систем не перевищує 7 м.

Використовуємо центробіжний насос БЦПЭ-0,5 - 63У :

Таблиця 1.6

Характеристики насоса БЦПЭ-0,5 - 63У

Потужність, кВт	Частота Обертання, об/хв	Номінальна об'ємна подача води, м <sup>3</sup> /год	Максимальна подача води, м <sup>3</sup> /год	Вага, кг
1,2	2800	1,8	3,6	17,8

Оскільки споживання води протягом доби нерівномірне для узгодження роботи насосних станцій в системі водопостачання зазвичай передбачаються спеціальні водонапірні башти. В яких створюється необхідний запас води на

випадок зупинки насоса при аваріях, гасінні пожежі, тощо. Згідно розрахунків обираємо безшатрову водонапірну башту типу БР-15У.

Для керування роботою свердловини використовується комплектний пристрій „Каскад”. За технічними характеристиками насоса приймаємо „Каскад” 1-0-У2 із ящиком керування типу ЯГ5102-2А7Б1У2.

Життєдіяльність і продуктивність залежить від того, наскільки умови середовища відповідають потребам птиці. До цих умов відносять: вологість, температуру, швидкість руху повітря та вміст в ньому кисню, шкідливих газів (вуглекислий газ, аміак, сірководень), запиленості. Дані фактори визначають

мікроклімат пташника. Стан мікроклімату від конструкції пташника та використаних будівельних матеріалів, систем вентиляції і опалення, технології утримання (щільності посадки птиці), пори року, погоди.

Температура повітря - один із головних параметрів мікроклімату, що впливає на організм і ступінь обміну речовин. Відхилення температури повітря в приміщенні від рекомендованих нормативами значень призводять до порушення фізіологічних процесів в організмі птиці. Порушення режимів споживання кормів, води, зниження продуктивності та навіть загибелі.

Особливо вразливий від порушення температурного режиму молодняк птиці протягом 10-20 днів життя. В даному віці терморегуляція недостатньо розвинена. Вологість повітря також знаходиться в прямій залежності від температури. Молодняк поглинає вологу залежно від температури. Основними джерелами вологи є сама птиця. Волога випаровується із поїлок, годівниць, посліду. Також вона може проникати через стіни, підлогу, стелю при недостатній вологоізоляції.

За умови надлишкової або низької вологості повітря порушується тепловий баланс між тваринами і середовищем. Це призводить до зниження продуктивності та погіршення протидії організму до захворювань.

Швидкість руху повітря є одним із факторів, що також впливає на продуктивність курей. В приміщеннях для вирощування птиці повітря має перебувати в постійному русі. Переміщення повітряних мас відбувається із-за різниці між температурою тіла птиці та температурою повітря в приміщенні, між температурою в приміщенні і температурою зовні, засобів примусової вентиляції. Основним збудником руху повітря у пташниках є система примусової вентиляції. При некоректній роботі системи рух повітря може бути або занадто сильним, або в окремих частинах пташника створюються застійні зони. Все це негативно позначатись на здоров'ї та продуктивності птиці.

Занадто висока швидкість руху повітря призводить до переохолодження при низьких температурах, а в жаркі періоди до сильного висушування підстилки та осідання пилу. При занижених швидкостях руху повітря із зони

розміщення птиці не в повній мірі виділяється вуглекислота, волога, надлишкове тепло. Це призводить до накопичення шкідливих речовин, поступового отруєння організму, намокання підстилки.

У теплу пору року швидкість руху повітря для молодняку старше місячного віку не повинна бути більше 1,2 м/с., а в холодний період року 0,2-0,5 м/с.

Нормативні параметри повітря в приміщенні, що передбачені нормативами для молодняку курей при клітковому утриманні складають:

- відносна вологість 60-70%;

- температура в холодну пору року 16°C,

- вміст вуглекислого газу в повітрі не повинен перевищувати 0,25%.

Згідно вище перелічених умов приймаємо вентиляційну систему із штучним збудженням. Для створення примусового повітрообміну обираємо вентиляційну установку "Клімат 45".

Тепловий режим зумовлює багато в чому здоров'я та продуктивність птиці. В залежності від температури зовнішнього повітря, типу будівель, кліматичної зони, системи утримання, температурний режим може значно коливатись і не відповідати фізіологічним вимогам птиці. Для забезпечення необхідної температури в приміщенні використовуються різного роду системи опалення. Опалення пташника в холодний період здійснюється за допомогою теплогенератора типу ТГ-3 із тепловою потужністю 48,5 кВт, який забезпечує подачі нагрітого повітря до пташника.

Найпоширенішим джерелом світла є лампи розжарювання, але вони досить енергозатратні. Для освітлення приміщення застосовується система загального рівномірного освітлення. В якості джерела світла обрані світлодіодні лампи. Розташування світильників виконане рядами вздовж приміщення. Для освітлення використовуються світильники НСПО 3-60-01.

Електричні установки мають бути захищені від коротких замикань, перевантажень і перепадів напруги. Найбільш широким і ефективним обладнанням є автоматичний вимикач.



В проєкті передбачено використання автоматичних вимикачів серії ВА51-29-14 призначених для захисту низьковольтних електричних ланцюгів від струмів короткого замикання, перевантаження та оперативних комутацій електричних ланцюгів.

Для захисту електричних двигунів встановлюються магнітні пускачі ПМЛ 1220-220 В, 10 А, І, ІР40 із тепловим реле РТД-1014.

У пташнику для вводу в силовий щит приймаємо силовий провід ВВГ 4х10, а для внутрішніх силових провідок обираємо проводи марки ВВГнг, трьохжильні із поперечним перерізом жил 2,5 мм<sup>2</sup> та 1,5 мм<sup>2</sup> – ВВГнг 3х2,5 та ВВГнг 3х1,5.

Важливим профілактичним заходом при вирощуванні птиці є використання ультрафіолетового опромінення. При відсутності ультрафіолетового світла в приміщенні, у птиці виникає ультрафіолетова недостатність, що призводить до послаблення імунітету, спричиняє недолік вітаміну D, розлад нервової системи та появу захворювання.

Для усунення ультрафіолетової недостатності використовуються опромінювальні установки. При клітковому утриманні доцільно використовувати у «УОК-1» із ртутно-кварцевими джерелами. Установка «УОК-1» якраз і призначена для пташників з клітинним вирощуванням птиці. Такі установки працюють круглорічно, оскільки птиця, повністю позбавлена природного ультрафіолетового випромінювання. Установка являє собою шасі з приводом від асинхронного двигуна потужністю  $P_n = 0,25$  кВт. Установка рухається по колії кормороздавача між клітковими батареями. Джерелом ультрафіолетового опромінення є лампи ДРТ-400, які змонтовані на стійці.

РОЗДІЛ 2.  
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

# НУБІП України

## 2.1. Розрахунок водопостачання пташника.

Одним із заходів щодо підвищення продуктивності виробництва продуктів птахівництва є покращення якості та надійності постачання водою споживача.

# НУБІП України

Розрахунок і вибір водопровідної мережі виконуємо за значенням максимальної витрати води:

$$g_{\max \text{ г}} = (g_{\text{н.с.}} \cdot N / 1000 \cdot 24) \cdot K_{\text{доб}} \cdot K_{\text{час}} \quad (2.1)$$

# НУБІП України

де  $g_{\max \text{ г}}$  – максимальна година витрата води  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$g_{\text{н.с.}}$  – норма водоспоживання однією куркою, добова норма

водоспоживання становить  $g_{\text{н.с.}} = 0,36 \text{ л}$ ;

$N$  – кількість голів птиці  $N = 10080$ , враховуючи що в одній клітці знаходиться 7 голів птиці;

$K_{\text{доб}}$  – коефіцієнт добової нерівномірності споживання води  $K_{\text{доб}} = 1,3$ ;

$K_{\text{час}}$  – коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання  $K_{\text{час}} = 2,5$ .

# НУБІП України

$$g_{\max \text{ г}} = (0,36 \cdot 10080 / 1000 \cdot 24) \cdot 1,3 \cdot 2,5 = 0,49 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Водопостачання пташника передбачається від водопровідної мережі, яка

включає в себе чотири пташника і одну водонапірну вежу.

Максимальна годинна витрата води за цієї схемою:

# НУБІП України

$$g_{\max \text{ г}} = 4 \cdot g_{\max \text{ г}} \quad (2.2)$$

де 4 – кількість пташників, підключених до водопровідної мережі.

# НУБІП України

Підставляючи отримані дані до формули, визначаємо максимальну годинну витрату води:

$$g_{\max \text{ г}} = 4 \cdot 0,49 = 1,96 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Визначаємо об'єм водонапірної вежі:

$$V_{об.} = V_{рег.} + V_{пож.} + V_{а.}, \quad (2.3)$$

де  $V_{рег.}$  – регульований об'єм вежі,  $m^3$ ;

$V_{пож.}$  – пожежний запас води,  $m^3$ ;

$V_{а.}$  – аварійний запас води,  $m^3$ .

При автоматичній роботі станції регульований об'єм вежі орієнтовно визначається по формулі:

$$V_{рег.} = 0,01 \cdot 24 \cdot g_{\max г} / 6, \quad (2.4)$$

$$V_{рег.} = 0,01 \cdot 24 \cdot 1,96 / 6 = 0,08 m^3$$

Величина аварійного запасу води визначається часом необхідним для ліквідації можливої аварії протягом 2-х, 3-х годин:

$$V_{а.} = g_{\max г} \cdot t_{а.}, \quad (2.5)$$

де  $t_{а.}$  – час аварії, приймаємо  $t_{а.} = 3 \text{ год.}$

Підставляючи отримані дані визначаємо величину аварійного запасу води:

$$V_{а.} = 0,48 \cdot 3 = 1,44 m^3.$$

В кожному пташнику передбачається аварійний резервуар ємністю

$$V_{а.} \in 1,44 m^3.$$

Протипожежний запас води розраховуємо за формулою:

$$V_{пож.} = 1,44 \cdot g_{пож.} \cdot n_{пож.} \cdot t_{пож.}, \quad (2.6)$$

де  $g_{пож.}$  – кількість води, що необхідна для ліквідації однієї пожежі,

приймаємо  $g_{пож.} = 15 \text{ л/с}$  згідно площі приміщення;

$n_{пож.}$  – кількість пожеж, які відбуваються одночасно, для площі до 150 га

приймаємо  $n_{пож.} = 1$ ;

$t_{пож.}$  – час тушіння однієї пожежі,  $t_{пож.} = 0,17 \text{ год.}$

$$V_{пож.} = 1,44 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 0,17 = 1,22 m^3$$

За формулою (2.3) знаходимо мінімальний об'єм водонапірної вежі:

$$V_{\text{б.}} = 0,08 + 1,22 + 0,48 = 3,67 \text{ м}^3$$

Вибираємо без шатрову водонапірну вежу ВР-15У об'ємом  $V_{\text{б.}} = 15 \text{ м}^3$ .

Технічна характеристика вежі :

Ємність бака, $\text{м}^3$	15
Резервна ємність для води в опорі, $\text{м}^3$	14
Діаметр бака, мм	2500
Діаметр опори, мм	1220

Висота до дна баку, мм	12000
Маса, кг	3160

Для подачі води із свердловини вибираємо заглибний насос за секундним об'ємом витрати води, розрахунок ведемо за формулою:

$$g_{\text{с.}} = g_{\text{макс. г.}} \cdot 10^3 / 3600 + g_{\text{пож.}} \quad (2.7)$$

де  $g_{\text{макс. г.}}$  – максимальна витрата води за годину;  
 $g_{\text{макс. г.}} = 1,96 \text{ м}^3/\text{год.}$

$$g_{\text{с.}} = 1,96 \cdot 10^3 / 3600 + 15 = 15,05 \text{ л/с}$$

При виборі насоса дотримуємось умов:

$$g_{\text{с.}} \leq g_{\text{с. нас.}}, \quad H \leq H_{\text{нас.}}$$

Вибираємо насос типу БЦПЗ-0,5-63У.

Технічна характеристика насоса:

Діаметр свердловини, мм	150
Подача, $\text{м}^3/\text{год}$	3,6
Напір, м	100
Потужність двигуна, кВт	1,2
Номинальна напруга, В	380

Номинальний струм, А	3
Маса, кг	17,8

Для автоматичного місцевого і дистанційного керування роботи свердловини приймаємо комплектний пристрій „Каскад”. В цьому випадку потрібно керувати роботою електродвигуна центробіжною свердловиною насоса ЭЦВ 8-25-100. Згідно технічних характеристик насосу приймаємо пристрій типу „Каскад” 1-0-У2 з ящиком управління типу ЯГ5102-2А7Б1У2.

## 2.2 Розрахунок вентиляції приміщення.

Визначаємо годинну витрату повітря, необхідну для видалення CO<sub>2</sub>;

$$L_{CO_2} = 1,2 \cdot C_n \cdot N / C_{дп} - C_з, \quad (2.8)$$

де  $C_n$  – кількість вуглекислого газу, що виділяє один птах, м<sup>3</sup>/год · кг

Для ремонтного молодняка курей при клітковому утриманні  $C_n = 0,92 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/год · кг на 1 кг живої ваги птиці

З урахуванням живої маси птиці  $m = 1,5$  кг визначаємо кількість вуглекислого газу, що виділяє один птах:

$$C_n = 1,5 \cdot 0,92 \cdot 10^{-3} = 1,38 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{год.}$$

$N$  – кількість голів птиці в приміщенні,  $N = 10080$  гол;

1,2 – коефіцієнт врахування виділення вуглекислого газу мікроорганізмами;

$C_{дп}$  – допустима кількість вуглекислоти в приміщенні, м<sup>3</sup>;  $C_{дп} = 0,0025$  м<sup>3</sup>;

$C_з$  – кількість вуглекислоти в зовнішньому повітрі, м<sup>3</sup>;  $C_з = 0,0003$  м<sup>3</sup>.

Підставляючи отримані значення, виконуємо розрахунок годинної витрати по-вітря, необхідного для видалення CO<sub>2</sub>:

$$L_{CO_2} = 1,2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-3} \cdot 10752 / 0,0025 - 0,0003 = 8093,3 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кількість повітря необхідного для видалення лишньої вологі:

$$L_{H_2O} = R_1 \cdot W_{п} \cdot m \cdot N / W_{дп} - W_з, \quad (2.9)$$

де  $L_{H_2O}$  – часова годинна витрата повітря, необхідна для видалення водяних парів,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$R_1$  – коефіцієнт, враховуючий випаровування вологи з підлоги, стін та ін.

конструкцій, приймаємо  $R_1 = 1,1$ ;

$W_{п}$  – кількість водяних парів, що виділяються одним птахом на 1 кг живої ваги птиці,  $\text{г}/\text{год} \cdot \text{кг}$ , приймаємо  $W_{п} = 3 \text{ г}/\text{год} \cdot \text{кг}$ ;

$N$  – кількість голів птиці,  $N = 10080$  гол.;

$m$  – маса однієї птиці,  $m = 1,5$  кг;

$W_{дп}$  – допустима кількість вологи в повітрі приміщення,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;

$W_з$  – кількість водяних парів в зовнішньому повітрі,  $\text{г}/\text{год} \cdot \text{кг}$ ;

Значення  $W_{дп}$  і  $W_з$  визначаємо за формулами:

$$W_{дп} = W_{нас. п.} \cdot \phi_{п} / 100 \quad (2.10)$$

$$W_з = W_{нас. з.} \cdot \phi_{з} / 100 \quad (2.11)$$

де  $W_{нас. п.}$  і  $W_{нас. з.}$  – вміст водяних парів при повному насиченні відповідно при

оптимальній для даного приміщення температурі і при розрахунковій

температурі зовнішнього повітря,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;

$\phi_{п}$  і  $\phi_{з}$  – відносна вологість повітря в приміщенні і зовні, %.

Розрахунок проводимо для двох випадків: зима і літо.

Розрахункова зовнішня температура повітря для вентиляції:

$$\Theta_{зим.} = -10^\circ\text{C}, \quad \Theta_{літ.} = 25^\circ\text{C}$$

Розрахункова відносна вологість повітря:

$$\phi_{з зим.} = 85\%, \quad \phi_{з літ.} = 50\%, \quad \phi = 70\%.$$

Атмосферний тиск:

$$P_{зим.} = 9978 \text{ Па}, \quad P_{літ.} = 99552 \text{ Па}$$

Вміст водяних парів в повітрі:

$$W_{нас. п.} = 13,6 \text{ г}/\text{м}^3, \quad W_{нас. зим.} = 2,14 \text{ г}/\text{м}^3, \quad W_{нас. літ.} = 2,31 \text{ г}/\text{м}^3.$$

НУВІП УКРАЇНИ

Підставляючи дані до формул (2.10) і (2.11) отримаємо:

$$W_{\text{дп}} = 13,6 \cdot 70/100 = 9,52 \text{ г/м}^3;$$

$$W_{\text{н. зим.}} = 2,14 \cdot 85/100 = 1,82 \text{ г/м}^3;$$

$$W_{\text{н. літ.}} = 2,31 \cdot 50/100 = 11,55 \text{ г/м}^3.$$

НУВІП УКРАЇНИ

В зимній період:

$$L_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{зим.}} = 1,1 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 10080/9,52 - 1,82 = 6480 \text{ м}^3/\text{год.}$$

В літній період:

$$L_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{літ.}} = 1,1 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 10080/9,52 - 11,55 = -24579 \text{ м}^3/\text{год.}$$

НУВІП УКРАЇНИ

В літній період необхідно зволожувати повітря, яке поступає в приміщення пташника. Мінімальна кількість повітря, яку необхідно подати в пташник на 1 кг живої маси тіла дорівнює  $g = 0,75 \text{ м}^3/\text{год.}$

Мінімальна кількість зовнішнього повітря, яке необхідно подати в пташник визначається за формулою:

НУВІП УКРАЇНИ

$$L = g \cdot m \cdot N, \quad (2.12)$$

де  $m$  – маса одного птаха, кг;  $m = 1,5$  кг;

$N$  – кількість голів птиці;  $N = 10080$  гол.

НУВІП УКРАЇНИ

$$L = 0,75 \cdot 1,5 \cdot 10080 = 11340 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для літнього періоду визначаємо витрату повітря, що необхідна для видалення надлишкового тепла:

НУВІП УКРАЇНИ

$$L_{\text{т}} = \frac{(Q_{\text{т}} \cdot N - Q_{\text{орг}}) \cdot (1 + \alpha \cdot Q_{\text{п}})}{C_{\delta} \cdot (\theta_{\text{п}} - \theta_{\text{н}})} \quad (2.13)$$

де  $g_{\text{т}}$  – кількість вільного тепла, яке виділяється одним птахом на 1 кг живої ваги за 1 годину,  $\text{кДж}/(\text{год} \cdot \text{кг})$ ;

$$g_{\text{т}} = 26,4 \text{ кДж}/(\text{год} \cdot \text{кг});$$

НУВІП УКРАЇНИ

$L_{\text{т}}$  – повітряобмін по видаленню надлишкового тепла,  $\text{м}^3/\text{год.}$

$Q_{огр}$  – витрати тепла через зовнішню огорожу, кДж / год;  
 $\alpha$  – температурний коефіцієнт розширення повітря,  $1/^\circ\text{C}$ ;  $\alpha=1/273\ 1/^\circ\text{C}$ ;  
 $C_6$  – теплоємність  $1\ \text{м}^3$  повітря, кДж / ( $\text{м}^3 \cdot \text{град}$ );  
 $C_6=1,283\ \text{кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{град})$ ;

$\Theta_{II} - \Theta_{н}$  – температура повітря відповідно внутрішня та зовнішня,  $^\circ\text{C}$ ;  $\Theta_{II}=16^\circ\text{C}$ ;  $\Theta_{н}=25^\circ\text{C}$ .  
 Втрати теплоти через огорожу визначаються за формулою:

$$Q_{огр} = V \cdot g_0 \cdot (\Theta_{II} - \Theta_{н}) \quad (2.14)$$

де  $g_0$  – теплова характеристика приміщення, кДж / ( $\text{м}^3 \cdot \text{град}$ );  
 $g_0 = 2,1 \dots 2,9\ \text{кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{град})$ ;  
 $V$  – об'єм пташника,  $\text{м}^3$ ;  
 $V = 12 \cdot 48 \cdot 3 = 1728\ \text{м}^3$ .

$Q_{огр} = 1728 \cdot 2,5 \cdot (16 - 25) = 38880\ \text{кДж} / \text{год}$ .  
 Тоді:

$$L_T = \frac{(26,4 \cdot 10080 - 38880) \times (1 + \frac{1}{273} \cdot 16)}{1,283(16 - 25)} = 20917\ \text{м}^3 / \text{год}$$

Згідно розрахунків можна зробити висновок, що найбільший повітрообмін потрібен літом для видалення надлишкового тепла. Остаточо за розрахунковий повітрообмін приймаємо  $L_T = 20917\ \text{м}^3 / \text{год}$ .

Кратність зміни повітря в пташнику за годину визначаємо за формулою:  
 $R = L_T / V_p \quad (2.15)$   
 $R = 20917 / 1728 = 12,1$

Приймаємо вентиляцію із штучним збудженням.  
 Для створення розрахованого повітрообміну вибираємо вентиляційну установку „Клімат 45” з осьовими вентиляторами ВО-Ф5,6.



Технічна характеристика „Клімат 45”:

Номинальна напруга, В	380
Номинальна частота мережі живлення, Гц	50
Потужність електродвигуна АД80А6У2, Вт	0,37
Продуктивність	8000 м <sup>3</sup> / час
ККД, %	97
Ступінь захисту	IP 55
Діапазон регулювання вихідної напруги не менше	1 : 6
Допустимі відхилення номінального значення вихідної напруги, %	-7,5 ; +10
Маса, кг	2600

**2.3. Розрахунок опалення пташника.**

Для визначення необхідної кількості теплоти для обігріву приміщення використовуємо рівняння теплового балансу. Розрахунок проводиться для зимового періоду.

Розрахункова зовнішня температура повітря приймаємо  $Q_n = -20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Визначимо теплопродуктивність системи опалення, кДж / год.

$$Q_n = Q_{огр} + Q_v - Q_ж \tag{2.16}$$

де  $Q_{огр}$  – теплові витрати приміщення через огорожу, кДж / год.

$Q_ж$  – кількість теплоти, що виділяється птицею, кДж / год.

Витрати теплоти через огорожу пташника:

$$Q_{огр} = V \cdot g_0 \cdot (\Theta_v - \Theta_n) \tag{2.17}$$

де  $V$  – об’єм приміщення,  $V = 1728 \text{ м}^3$ ;

$g_0$  – теплова характеристика приміщення,  $g_0 = 2,1 \dots 2,9 \text{ кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{град} \cdot \text{год})$ ;

приймаємо  $g_0 = 2,5 \text{ кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{град} \cdot \text{год})$ ;

$\Theta_v$  – внутрішня температура приміщення,  $^\circ\text{C}$ ;

$\Theta_n$  – зовнішня температура,  $^\circ\text{C}$ ;

$\Theta_v$  – приймаємо  $16 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\Theta_n = -20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$Q_{огр} = 1728 \cdot 2,5 \cdot (16 - (-20)) = 155520 \text{ кДж} / \text{год.}$$

Кількість теплоти, яка витрачається при вентиляції повітря в приміщенні, визначаємо за формулою:

$$Q_v = L \cdot C \cdot (\theta_v - \theta_n) \quad (2.18)$$

де  $L$  – максимальний повітрообмін. Приймаємо мінімальну кількість повітря згідно розрахунків вентиляції розділ 2.2.2,  $L = 11340 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Отже,  $Q_v = 11340 \cdot 1,28 \cdot (16 - (-20)) = 522547,2 \text{ кДж/год}$ .

Тепло, яке виділяє птиця, визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{ж}} = g_{\text{ж}} \cdot m \cdot N \cdot R_t \quad (2.19)$$

де  $g_{\text{ж}}$  – норма виділення тепла птахом на 1 кг живої маси, кДж / год,

$$g_{\text{ж}} = 26,4 \text{ кДж / год}$$

$m$  – маса птиці, кг;  $m = 1,5 \text{ кг}$ .

$N$  – кількість голів птиці,  $N = 10080 \text{ гол}$ ;

$R_t$  – коефіцієнт, враховуючий зміну тепловиділення птиці при зміні температури  $R_t = 0,92$ .

$$Q_{\text{ж}} = 26,4 \cdot 1,5 \cdot 10080 \cdot 0,92 = 367234,5 \text{ кДж / год}$$

Вводимо всі розрахункові дані в формулу (2.16).

$$Q_n = 155520 + 522547,2 - 367234,5 = 310832 \text{ кДж / год}$$

Виходячи з розрахункового теплообміну, необхідного для опалення пташника в зимовий період і повітрообміну вибираємо теплогенератор ТГ-3, що призначений для повітряного опалення і вентиляції виробничих приміщень птахівництва.

Технічна характеристика тепло генератора ТГ-3:

- потужність, кВт 45,5
- теплопродуктивність, кДж / год  $300 \cdot 10^3$

- об'єм нагрітого повітря зведений до стандартних вимог, м<sup>3</sup>/год 10000  
- температура нагрівання повітря, °С 50±5  
- ККД, % 88

- встановлені потужності, кВт  
• головний вентилятор 4AM80A4У3 1,1  
• вентилятор форсунки 4AM63A2У3 0,37  
- напруга, В 220  
- кіл керування 220

- силових кіл 380  
- маса, кг 300

#### 2.4. Розрахунок освітлення пташника

Освітлення є важливим фактором, що впливає на продуктивність виробництва продукції птахівництва. Тому, відповідності наявних значень освітленості в пташнику нормативним має неабияке значення.

Для освітлення пташника застосовується система загального рівномірного освітлення з розташування світильників рядами вздовж приміщення.

Розрахунок освітлення проводиться за методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Згідно вимог в приміщенні для кліткового утримання курей норма освітленості на рівні кормушок, поїлок повинна бути не менше  $E = 30$  лк.

Виходячи з умов оточуючого середовища, вибираємо для освітлення приміщення для утримання птиці світильники типу НСП03-10-01.

#### Визначення числа світильників і їх розміщення.

Вихідні дані:  
Довжина приміщення  $A = 42$  м, ширина  $B = 12$  м, висота  $H = 2,5$  м.

Коефіцієнти відбиття  $\rho_c = 30\%$ ;  $\rho_{ст} = 10\%$ ;  $\rho_{пл} = 10\%$

Коефіцієнт запасу:  $K_z = 1,3$ .

Коефіцієнт нерівномірності освітлення:  $Z = 1,1$ .

Найвигідніша відносна відстань для світильників з кривою світлорозподілу Д  
 $\lambda = 1,4 \dots 1,6$ .

Висота підвісу світильника  $h_{св} = 0,34$  м.

Висота робочої поверхні  $h_p = 0,16$  м.

Число світильників в приміщенні визначасмо з умови найкращої відносної відстані між ними по відомих параметрах приміщення: довжині, ширині і розрахунковій висоті.

Розрахункова висота визначається по формулі:

$$H_p = H - h_{св} - h_p \quad (2.20)$$

де  $H_p$  – розрахункова висота, м;

$H$  – висота приміщення, м;

$h_{св}$  – відстань від стелі до світлового центру світильника, м;

$h_p$  – рівень робочої поверхні над підлогою, м.

$$H_p = 2,5 - 0,34 - 0,16 = 2 \text{ м}$$

Для прийнятого типу світильника за кривою сили світла (КСС) приймаємо значення найвигіднішої відносної відстані між світильниками  $\lambda$  і визначимо розрахункову відстань між світильниками  $L$ :

$$L = \lambda \cdot H_p, \text{ м} \quad (2.21)$$

де  $L$  – відстань між світильниками, м;

$\lambda$  – найвигідніша відносна відстань.

Залежно від типу кривої сили світла (КСС) світильника  $\lambda$  має різні значення: Д – косинусна,  $\lambda = 1,4 \dots 1,6$ ;

$$L = (1,4 \dots 1,6) \cdot 2 = 2,8 \dots 3,2 \text{ м}$$

Приймаємо  $L=3,2$  м.

Визначаємо кількість світильників в ряду, кількість рядів (при системі загального рівномірного освітлення) і загальну кількість світильників відповідно з виразів:

$$n_a = A / L; \quad (2.22)$$

$$n_b = B / L; \quad (2.23)$$

$$N = n_a \cdot n_b, \quad (2.24)$$

де  $A$  – довжина приміщення, м;

$B$  – ширина приміщення, м;

$n_a$  – кількість світильників в ряду, шт;

$n_b$  – кількість рядів світильників, шт;

$N$  – загальна кількість світильників, шт.

Число світильників в ряду:

$$n_a = \frac{12}{3.2} = 13,1 \text{ шт, приймаємо } 13 \text{ шт.}$$

Число рядів:

$$n_b = \frac{12}{3.2} = 3,75 \text{ шт, приймаємо } 4 \text{ ряди.}$$

Число світильників:  $N = 13 \cdot 4 = 52$  шт.

### Розрахунок освітленості методом коефіцієнту використання

світлового потоку.

Мета розрахунку: визначення потужності лампи по розрахунковому світловому потоку.

Світловий потік ламп визначається за формулою:

$$\Phi = E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z / N \cdot \eta, \quad (2.25)$$

де  $\Phi$  – розрахунковий світловий потік лампи, лм;

$E$  – нормована (мінімальна) освітленість робочої поверхні, лк;

$K_3$  – коефіцієнт запасу ( $K_3 = 1,3$ );

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення (відношення середньої освітленості до мінімальної)  $Z=1,1\dots1,2$ ;  
 $S$  – площа приміщення,  $m^2$ ;

$N$  – кількість світильників, шт;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку, відн. од.

Індекс приміщення визначається за формулою:

$$i = S / H_p(A+B), \quad (2.26)$$

де  $S$  – площа приміщення,  $S = A \cdot B, m^2$ ;

$H_p$  – розрахункова висота підвісу світильника, м;  
 $A$  і  $B$  – довжина і ширина приміщення, що розраховується, м.

$$i = 504 / 2 \cdot (42 + 12) = 3,7.$$

Із таблиць для вибраного типу світильника за коефіцієнтами відбиття та індексом приміщення вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку ( $\eta=0,6$ ).

Всі одержані дані підставляємо у формулу (2.25) і визначаємо розрахунковий світловий потік лампи:

$$\Phi = 30 \cdot 1,3 \cdot 504 \cdot 1,15 / 52 \cdot 0,6 = 724,5 \text{ лм.}$$

За розрахованим світловим потоком із відповідної таблиці вибираємо джерело світла, світловий потік якого найбільше відповідає розрахунковому.

Приймаємо світлодіодну лампу Eurolamp серія ЕКО А60 10w E27 зі світловим потоком  $\Phi_{л} = 715$  лм, потужністю  $P = 10$  Вт.

Оскільки нормована освітленість в приміщенні не відповідає розрахунковому потоку, визначаємо фактичну освітленість  $E_{\phi}$ :

$$E_{\phi} = E_n \frac{\Phi_{\phi}}{\Phi_p} \quad (2.27)$$

де  $E_n$  – нормована освітленість в даному приміщенні, лк,  
 $\Phi_{\phi}$  – нормативний світловий потік вибраної лампи, лм,  
 $\Phi_p$  – розрахований світловий потік, лм.

$E_{\phi} = 30 \cdot (715 / 650) = 33 \text{ лк}$   
Після цього визначається відповідність допустимому відхиленню освітленості за формулою:

$$\Delta E = \frac{E_{\phi} - E_{н}}{E_{н}} \cdot 100\% \quad (2.28)$$

Для сільськогосподарських приміщень допускається відхилення фактичної освітленості від нормованої в межах  $\Delta E = -10\% \dots +20\%$ .

$\Delta E = ((33 - 30) / 30) \cdot 100\% = 10\%$   
Отже, в даному випадку відхилення фактичної освітленості в межах норми. Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки:

$$P_y = P_{л} \cdot N = 10 \cdot 52 = 3120 = 3,12 \text{ кВт.}$$

**Повірочний розрахунок освітленості точковим методом**  
Точковий метод застосовується при повірочному розрахунку місцевого, локалізованого та вуличного освітлення, а також загального рівномірного освітлення світильниками прямого світла та негоризонтальних площин.

Намічаємо контрольні точки на робочій поверхні з вірогідними мінімальною та максимальними освітленостями.  
Розрахункова формула :

$$E_A = \sum_i^n e_i \quad (2.29)$$

де  $n$  – кількість світильників, освітленість від яких враховується в даній точці поверхні;

$e_i$  – освітленість у даній точці, створена від  $i$ -го світильника.

$E$  – горизонтальна освітленість в точці розрахунку, лк;

Освітленість від  $i$ -го світильника визначається з виразу:

$$e_i = (I_{\alpha_i} \cos^3 \alpha_i) / (H_p^2), \quad (2.30)$$

де  $I_{\alpha_i}$  – сила світла від світильника в напрямку до точки розрахунку, кд;

$\alpha$  – кут між віссю симетрії світильника та напрямком до точки розрахунку,

град;

$H_p$  – розрахункова висота підвісу світильника, м.

Визначаємо тангенс кута падіння світлового променя в точку розрахунку (рис. 2.1)

$$\operatorname{tg} \alpha = d / H_p, \quad (2.31)$$

де  $d$  – відстань від точки розрахунку до проекції осі симетрії світильника на площину, яка їй перпендикулярна і проходить через точку розрахунку.

Дану відстань вимірюють на плані приміщення з урахуванням масштабу;

$H_p$  – розрахункова висота підвісу, м.

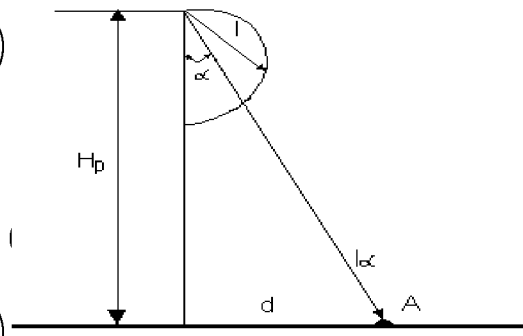


Рис. 2.1. Визначення параметрів кута світлового потоку

**Проводимо розрахунок найменш освітленої точки в приміщенні**

Для точки А:

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2}, \quad (2.32)$$

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{3L}{2}\right)^2}; \quad (2.33)$$

$$d_3 = \sqrt{\left(\frac{3L}{2}\right)^2 + \left(\frac{3L}{2}\right)^2} \quad (2.34)$$



$$d_1 = 1,5 \text{ м}; d_2 = 4,5 \text{ м}; d_3 = 2,9 \text{ м};$$

$$\text{tg } \alpha_1 = 1,5 / 2 = 0,75;$$

$$\text{tg } \alpha_2 = 4,5 / 2 = 2,25;$$

$$\text{tg } \alpha_3 = 2,9 / 2 = 1,45;$$

По обраному тангенсу вираховуємо  $\alpha$  та  $\cos^3 \alpha$ :

$$\alpha_1 = \arctg \alpha_1 = 36,9^\circ \text{C};$$

$$\alpha_2 = \arctg \alpha_2 = 66^\circ \text{C};$$

$$\alpha_3 = \arctg \alpha_3 = 55,4^\circ \text{C};$$

$$\cos^3 \alpha_1 = 0,51;$$

$$\cos^3 \alpha_2 = 0,07;$$

$$\cos^3 \alpha_3 = 0,18;$$

Знаходимо силу світла :

$$I_{\alpha} = (I_{\alpha})_{\Gamma} \Phi_{\Gamma} / 1000, \quad (2.35)$$

де  $(I_{\alpha})_{\Gamma}$  – сила світла світильника з умовною лампою 1000 лм, кд;  
 $\Phi_{\Gamma}$  – світловий потік вибраної лампи, лм.

$$I_{\alpha 1} = 195 \cdot (715 / 1000) \approx 139,425 \text{ кд};$$

$$I_{\alpha 2} = 122 \cdot (715 / 1000) \approx 87,23 \text{ кд};$$

$$I_{\alpha 3} = 145 \cdot (715 / 1000) \approx 103,675 \text{ кд};$$

Розраховуємо освітленість в точці розрахунку відносно кожного світильника :

$$e_i = (I_{\alpha i} \cos^3 \alpha_i) / (H_p^2), \quad (2.36)$$

$$e_1 = (139,425 \cdot 0,51) / 2^2 = 19,8 \text{ лк};$$

$$e_2 = (87,23 \cdot 0,07) / 2^2 = 2,53 \text{ лк};$$

$$e_3 = (103,675 \cdot 0,18) / 2^2 = 6,67 \text{ лк};$$

$$E_A = \sum e_i = 19,8 + 2,53 + 6,67 = 29 \text{ лк}$$

Освітленість в найтемнішій точці відповідає встановленим нормам тож розрахунок проведений правильно.

## Розрахунок освітлення для технічних та промислових приміщень методом питомої потужності.

Для приміщення персоналу з площею  $10 \text{ м}^2$  розраховується освітлення методом питомої потужності і вибираються світильники з лампами розжарювання. Приймаємо загально-рівномірну систему освітлення з робочим видом освітлення. Нормована освітленість в приміщенні складає  $E_n = 75 \text{ лк}$ .

Враховуючи умови навколишнього середовища вибираємо світильник типу НСП03-15-01.

Визначаємо розрахункову висоту підвісу світильника:

$$H_p = H - h_c = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ м.}$$

Визначаємо відстань між світильниками (для кривої  $D_{\lambda} = 1,4 \dots 1,6$ ).

$$L = \lambda H_p = (1,4 \dots 1,6) \cdot 2,5 = 2,38 \dots 2,72 \text{ м}$$

Визначаємо кількість рядів:

$$A/L = 2/2,4 \approx 1 \text{ ряд}$$

Визначаємо кількість світильників в ряду:

$$B/L = 5/2 = 2,5 \approx 3 \text{ шт.}$$

Знаходимо розрахункову потужність лампи за формулою:

$$P = P_{\text{пит}} \cdot S \cdot n \cdot N \text{ Вт.} \quad (2.37)$$

де  $P_{\text{пит}}$  – питома потужність, яка береться з таблиці,  $P_{\text{пит}} = 26,4 \text{ Вт/м}^2$ ;

$S$  – площа приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$n$  – кількість ламп у світильнику, шт;

$N$  – кількість світильників, шт.

$$P = 26,4 \cdot 10/3 = 106 \text{ Вт.}$$

Згідно даних таблиць ця потужність може бути забезпечена лампою розжарювання Б 215-225-100, ми ж обираємо світлодіодний аналог з аналогічним світловим потоком, лампу Eurolamp серія ЕКО А60 15w E27 зі світловим потоком  $\Phi_{л}=1100$  лм, потужністю  $P=15$  Вт.

Для інших приміщень розрахунок проводиться аналогічно.

В приміщеннях з малою площею розрахунок освітлення зводиться до вибору лампи за прямими нормативами.

Всі результати розрахунків заносимо у світлотехнічну відомість.

Передбачаємо чергове освітлення, яке становить 10% від основного освітлення.

Таблиця 2.1.

Розподіл освітлювальної проводки на групи

№ гр	Система групи	Номер приміщення на плані	Кількість ламп, шт.	Установлена потужність ламп, кВт	Примітка
1	A+N	1	26	1,56	
2	B+N	1	26	1,56	
3	C+N	2,5,6	8	0,6	Потужність групи враховуючи розетки 1,04 кВт
4	C+N	3,4,7	7	0,55	

Розрахункові струми груп визначаються за формулою:

$$I_{гр} = \frac{P_{гр} \cdot 10^3}{U_{\phi}}, \quad (2.38)$$

$$I_{гр1} = 1,56 \cdot 10^3 / 220 = 7,1 \text{ А};$$

$$I_{гр2} = 1,56 \cdot 10^3 / 220 = 7,1 \text{ А};$$

$$I_{гр3} = 0,6 \cdot 10^3 / 220 = 2,72 \text{ А};$$

$$I_{гр4} = 0,55 \cdot 10^3 / 220 = 2,5 \text{ А};$$

Розрахунковий струм всіх груп:

$$I_p = I_{гр1} + I_{гр2} + I_{гр3} + I_{гр4}$$
$$I_p = 7,1 + 7,1 + 2,72 + 2,5 = 19,42 \text{ А.}$$

Для освітлення обираємо тип розподільчого щита ПР11-3046-21У3 ПР11-3046-54У1.

**Вибір типу ввідного апарату:**

Робочий струм вводу в приміщення визначаємо за виразом:

для однофазної мережі:

$$I_{роб. в.} = P / U_{\phi} \text{ , А} \quad (2.39)$$

для чотирьохпровідної, п'ятипровідної мережі:

$$I_{роб. в.} = P / \sqrt{3} U_{л} = P / 3 U_{\phi} \text{ , А} \quad (2.40)$$

де  $I_{роб. в.}$  - робочий струм вводу в приміщення, А;

$P$  - загальна потужність всіх ламп, Вт;

$U_{\phi}$  - фазна напруга, В.

$$P = 4540 \text{ Вт.}$$

$$U_{\phi} = 380 \text{ В.}$$

$$I_{роб. в.} = 4540 / 380 = 12 \text{ А.}$$

Для вводу вибираємо автоматичний вимикач типу ВА51-25-34 (номінальний струм  $I_{ном} = 25 \text{ А}$ ) зі струмом електромагнітного розчіплювача

$I_{уст.} = 16 \text{ А}$ . Перевіряємо:

$$I_{уст.} \geq I_{роб. в.};$$

$$16 \text{ А} \geq 12 \text{ А};$$

Даний вимикач відповідає умовам вибору.

За аналогічною методикою вибираємо автоматичні вимикачі для всіх групових ліній. Результати вибору представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

## Результат вибору автоматичних вимикачів

№ групи	Розрахунковий струм групи, $I_{розр}$	Тип автоматичного вимикача	Номинальна сила струму, А	
			Вимикача	Розчіплювачів
1	7,1	ВА51-25-34	25	16
2	7,1	ВА51-25-34	25	16
3	2,72	ВА51-29-14	25	6,3
4	2,5	ВА51-29-14	25	6,3

## Вибір проводів

Згідно рекомендацій в основному приміщенні для утримання птиці приймаємо провід ВВГнг. Провід кріпиться на трос, має мідні жили та ізоляцію з полівінілхлориду.

При виборі перерізу проводів необхідно виконувати умови,

$$I_{роб} \leq I_{доп. доп.}, \quad (2.41)$$

де  $I_{роб}$  – робоча (розрахункова) сила струму освітлювальної мережі, А;

$I_{доп.}$  – тривалодопускає сила струму для вибраного перерізу проводу, А.

Робочий струм групи і вводу в приміщення визначаємо за виразом.

– для однофазної мережі:

$$I_{роб} = P / U_{ф} \cos\varphi, \text{ А} \quad (2.42)$$

– для чотирьохпровідної, п'ятипровідної мережі:

$$I_{роб} = P / \sqrt{3} U_{л} \cos\varphi = P / 3 U_{ф} \cos\varphi, \text{ А} \quad (2.43)$$

де  $U_{ф}$  – фазна напруга, В;

$\cos\varphi$  – коефіцієнт потужності, від од.;

$U_{л}$  – лінійна напруга, В.

Приймаємо для монтажу 1-ої групи провід ВВГнг – провід з мідними жилами, з ізоляцією з полівинілхлоридного пластикату ВВГнг 3×1,5 трьохжильний, площею поперечного перерізу жили 1,5 мм<sup>2</sup> і тривало-допустимим струмом 16 А.

Перевіряємо провід на тривалодопустимий струм:

$$I_{роб} \leq I_{дов. доп.}, 7,1 \text{ А} < 16 \text{ А} \text{ – умова виконується, провід вибрано вірно.}$$

Отже, провід вибрано правильно.

Аналогічно за даною методикою обираємо проводи для всіх груп.

Для подачі живлення до щита обираємо кабель ВВГ – кабель з мідними жилами, оболонка із полівинілхлоридного пластикату без захисного покриття ВВГ 4×4,0, з чотирма одножильними проводами, площею поперечного перерізу 4 мм<sup>2</sup> і допустимим струмом 25 А.

Перевіряємо провід на тривало допустимий струм:

$$I_{роб} \leq I_{дов. доп.}, 12 \text{ А} < 25 \text{ А} \text{ – умова виконується.}$$

Перевіряємо провід на механічну міцність. Згідно ПУЕ допустима площа поперечного перерізу вибраного проводу  $F=4 \text{ мм}^2$ .

$$F \geq F_{доп}; 4 \text{ мм}^2 = 4 \text{ мм}^2$$

Отже, кабель вибрано правильно.

Результат вибору проводів та кабелів для монтажу електропроводки представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

### Результати вибору проводів

№ п/п	Назва споживача	Марка провода (кабеля)	Кількість жил	Допустимий струм жили	Площа поперечного перерізу	Спосіб прокладання
1	Перша група	ВВГнг	3	16	1,5	На тросі

2	Друга група	ВВГнг	2	19	2,5	На тросі
3	Третя група	ВВГнг	2	19	2,5	Під штукатуркою
4	Четверта група	ВВГнг	2	19	2,5	Під штукатуркою
5	Ввод в щит	ВВГнг	4	20	4	Відкрито на скобах

### 2.5. Опромінення птиці

Одним із важливих ветеринарних профілактичних факторів при вирощуванні птиці є її опромінення ультрафіолетовими променями. При відсутності ультрафіолетового опромінення в приміщенні де утримується птиця у

останньої виникає ультрафіолетова недостатність, що послаблює імунітет ор-

ганізму птиці, спричиняє нехватку вітаміну D, розлад нервової системи та інші небажані явища.

Для запобігання ультрафіолетовій недостатності використовуються опромінювальні пристрої. При клітковому утриманні птиці використовують установку «УОК-1» із ртутно кварцовими жилами.

Установка являє собою шасі, що приводиться в рух розташованим у ній асинхронним двигуном потужністю 0,25 кВт. Колеса шасі котяться по колії кормороздавача між рядами кліткових батарей. Джерелом ультрафіолетового

опромінення є дві лампи ДРТ-400, які змонтовані на металічній вертикальній

стойці. Ультрафіолетове випромінювання, що створюється лампою, підвищує загальну опірність організму, покращує обмін речовин, знижує збудливість нервових елементів шкіри, надає протибактерійну дію.

Технічна характеристика установки «УОК-1»:

- номінальна напруга, В 380/220
- споживана потужність, кВт 1,5
- швидкість руху установки, м/хв 0,5/1
- тип опромінювача ОРК-021

- тип лампи

- кількість ламп, шт

- середній строк служби (не врахов. лампи), років

2

8

## 2.6 Розрахунок і вибір електросилового обладнання.

### Розрахунок і вибір електроприводів.

Для приводу робочих машин і механізмів електродвигун вибирається за родом струму, величині напруги, режиму роботи, конструктивному виконанню і способу монтажу, кліматичного виконання, ступеня захисту від впливу зовнішнього середовища, частоті обертання і потужності.

Електропостачання здійснюється від джерела змінного струму, тому для приводу машин і механізмів приймаються асинхронні електродвигуни серії АІР з короткозамкнутим ротором, які вмикаються на лінійну напругу мережі рівну  $U_{л} = 380$  В і призначені для роботи від мережі змінного струму з частотою  $f = 50$  Гц.

Пташник являє собою закрите приміщення із штучною вентиляцією, захищене від атмосферних опадів і сонячної радіації. Тому вибираємо електродвигуни кліматичного виконання і категорії У3. Ступінь захисту електродвигунів ІР44.

В теперішній час сільсько-господарські машини поставляють, як правило, разом із електроприводами, тому нема необхідності проводити повний вибір електропривода. Задача зводиться до оцінки відповідності електропривода робочій машині.

Визначимо потужність електродвигуна, що приводить в рух шнековий транспортер бункера сухих кормів БСК-15

$$P_{дв.р.} = Q \cdot (P \cdot L + H) / 102 \cdot \eta \cdot \eta_{пер.} \quad (2.44)$$

де  $H$  – висота подачі,  $H = 2$  м;

$P_{дв.р.}$  – розрахункова потужність двигуна, кВт;

$Q$  – продуктивність шнека,  $Q = 2,4$  т/г;



$L$  – довжина троса,  $L=5$  м;

$P$  – коефіцієнт враховуючий сили тертя,  $P=1,1$ ;

$\eta_{\text{пер.}}$  – коефіцієнт корисної дії передачі,  $\eta_{\text{пер.}}=0,95$ ;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії двигуна  $\eta = 0,7$ .

$$P_{\text{дв. р.}} = 2,4 \cdot (1,1 \cdot 5 + 2) / 102 \cdot 0,95 \cdot 0,7 = 0,27 \text{ кВт}$$

Синхронна частота обертання ротора двигуна  $n = 1000$  об/хв.

Умова вибору двигуна:

$$n = 1000 \text{ об/хв.}, \quad P_{\text{н. дв.}} \geq P_{\text{дв. р.}}$$

де  $P_{\text{н. дв.}}$  – номінальна потужність двигуна.

Приймаємо асинхронний електродвигун серії АІР з номінальною потуж-

ністю  $P_{\text{н. дв.}} = 0,37$  кВт. Тип двигуна – АІР71А6У3.

Розрахунок механічної характеристики асинхронного електродвигуна і час розгону системи «електродвигун - робоча машина».

Механічні характеристики визначаються за рівнянням:

$$M = M_k(z + g) / (S/S_k + S_k/3 + g) \quad (2.45)$$

Момент опору робочої машини визначається по рівнянню:

$$M_e = M_0 + (M_{\text{ст}} - M_0) \cdot (\omega/\omega_n) \quad (2.46)$$

де  $S$  – ковзання, від. од.;

$M'$  – момент при зниженні напруги на 75% і допустимим відхиленням моменту, Н · м;

$\Delta t$  – час розгону на ділянці, с;

$t$  – час з початку розгону, с;

$M_d$  – динамічний момент, Н · м;

$M_c$  – статичний момент інерції, Н · м;

Дані, що отримані при розрахунках заносимо в таблицю 2.4

Таблиця 2.4

## Розрахунок моментів опору робочої машини

S	$M_b$ Н · м	$M'$ Н · м	$M_c$ Н · м	$M_d$ Н · м	$\Delta t$ , с	t, с
1	5,6	3,8	0,228	3,6	0,00	0,00
0,9	6,0	4,1	0,57	3,56	0,0047	0,0047
0,8	6,4	4,4	0,57	5,8	0,0045	0,0093
0,3	7,47	5,4	0,57	4,88	0,0034	0,0079
0,01	0,46	0,37	0,57	-0,19	0,003	0,057

## Розрахунок силових мереж.

Вибір апаратури управління і захисту.

Всі електродвигуни повинні бути надійно захищеними від перевантажень і струмів короткого замикання.

При виборі марки захисного апарата треба враховувати рід струму і рід захисту.

Враховуючи всі ці особливості проводимо вибір автоматичного вимикача для двигуна AIP90L4Y1 приводу скребкового механізму МПС-6М.

Умова вибору:

- $U_n \geq U_{\text{мережі}}$ ,  $U_n \geq 380 \text{ В};$
- $I_{н. а.} \geq I_{н. ел. дв.}$ ,  $10 \text{ А} \geq 5 \text{ А};$
- $I_p \geq I_{н. ел. дв.}$ ,  $I_{н.р.} = 6,3 \geq 5 \text{ А};$

$$4. I_{\text{відс. ел. н. р.}} \geq K_z \cdot K_{р. н. т.} \cdot K_{\text{відс.}} \cdot K_n \cdot I_{н. ел. дв.},$$

$$I_{\text{відс. ел. н. р.}} = 12 I_{н.р.} = 12 \cdot 6 = 72 \text{ А},$$

$$K_z \cdot K_{р. н. т.} \cdot K_{\text{відс.}} \cdot K_n \cdot I_{н. ел. дв.} = 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 6 \cdot 5 = 49,5 \text{ А},$$

$$72 \text{ А} > 49,5 \text{ А}.$$

Умова вибору автоматичного вимикача виконується. Приймаємо автоматичний вимикач типу АВВ S203-P-C63A 3р С 25кА.

Вибір електромагнітного пускача.

Умова вибору:

1.  $U_H \geq U_{\text{мережі}}$ ,  $U_H \geq 380 \text{ В}$ ;
2.  $I_{\text{м.п.}} \geq I_{\text{н.ел.дв}}$ ,  $10 \text{ А} \geq 5 \text{ А}$ ;
3.  $I_{\text{н.т.р.}} \geq I_{\text{н.ел.дв}}$ ,  $10 \text{ А} \geq 5 \text{ А}$ ;
4.  $I_{\text{н.ел.дв}} \geq I_{\text{н.е.}}$ ,  $I_{\text{н.е.}} = 6 \text{ А}$ .

Вибираємо електромагнітний пускач серії ПМД 1220 220 В,  $I_{\text{н.т.р.}} = 10 \text{ А}$ ,  
Теплове реле вибираємо типу РТЛ-1014,  $I_{\text{н.е.}} = 6 \text{ А}$ .  
Регулювання в межах  $I = (3,8 \dots 6) \text{ А}$

Для решти двигунів розрахунок проводиться аналогічно. Дані зводимо в розрахунково-монтажну таблицю.

### Розрахунок внутрішніх силових проводок.

Переріз струмопровідних жил вибираємо з умови тривалодопустимого струму:

$$I_{\text{тр. доп}} \geq I_{\text{роб.}}$$

Для двигуна АІР90L4У1  $I_{\text{н.}} = 5 \text{ А}$ , отже для цього двигуна вибираємо провід живлення ВВГнг 4х2,5 з тривалодопустимим струмом  $I_{\text{тр. доп}} = 19 \text{ А}$ . Монтаж проводки виконуємо в трубі.

Для визначення діаметру труби виконуємо розрахунок за формулою:

$$d_{\text{тр}} = d_{\text{пр}} \sqrt{\frac{n}{k_3}} \quad (2.47)$$

де  $d_{\text{пр}}$  – зовнішній діаметр проводу, мм,  $d_{\text{пр}} = 4,2 \text{ мм}$ ;

$n$  – кількість проводів в трубі  $n = 4$ ;

$k_3$  – коефіцієнт заповнення  $k_3 = 0,5$ .

$$d_{\text{тр}} = 4,2 \sqrt{\frac{4}{0,5}} = 11,8 \text{ мм}.$$

Приймається труба стальна з умовним проходом 15 мм.

Розрахунок для решти силових споживачів проводиться аналогічно. Дані зводимо в розрахунково-монтажну таблицю.

## РОЗДІЛ 3

# РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ ОСВІТЛЕННЯ

### 3.1 Вплив режимів освітлення на стан і продуктивність птиці

Багатьма дослідженнями встановлено, що оптичне випромінювання в птиці викликає фізіологічні зміни. Світлова енергія, яка сприймається сітчаткою, перетворюється в нервові імпульси збуджуючи нервові центри і сприяє обміну речовин. Під дією світла збільшується кількість гемоглобіну, еритроцитів, фосфору й кальцію, зростає обмін азоту. Світло сприяє підсиленню бактеріцидних властивостей крові, активізує ферментні процеси. Світло має значний вплив на ріст птиці, розмір яєць, яйцєносність.

Скорочуючи тривалість світлового періоду доби при вирощування птиці, можливо збільшити продуктивність курей і термін їх експлуатації, отримувати більш яйця. Але режими освітлення, при яких статевий розвиток курей більш пізніший і дозволяє отримувати більші яйця, як правило призводить до меншої яйцєносності, яке в свою чергу призводить до появи тонкої шкаралупи.

Необхідно змінювати тривалість світлового часу доби і в процесі вирощування птиці. Доведено, що на продуктивність впливає не просто тривалість дня, а його поступове збільшення.

В період вирощування курей-несучок зменшення світлового часу (рис. 3.10) на 2...3 хвилини кожної доби затримує статевий розвиток курей, вони краще розвиваються і входять у яйцєкладку краще розвиненими. Це позитивно впливає на продуктивність курей і якість яєць.

Зниження світлового періоду до 120-го дня впроваджується для сповільнення раннього статевого розвитку курей-несучок.

При скороченні світлового періоду птиця менше схильна до яйцєкладки.

Після того як птиця повністю дозріває поступово збільшують світловий час, що інтенсифікує яйцєкладку.

Світловий день для промислової птиці збільшується до 18 годин, а для маточного поголів'я – до 12 годин.

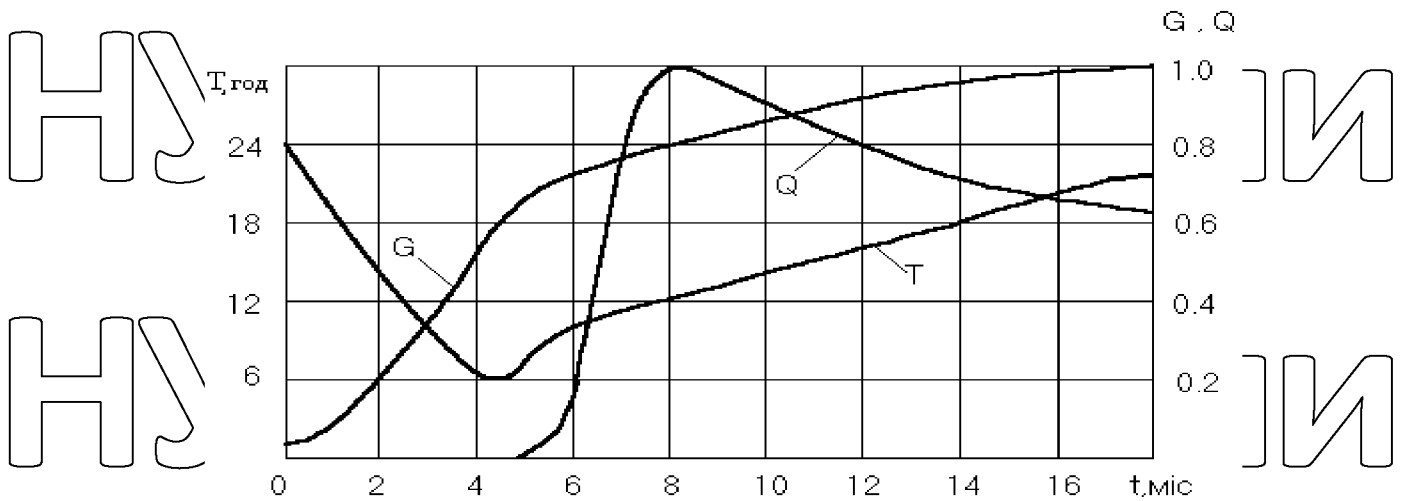


Рис. 3.1. Зміна тривалості світлового періоду доби  $T$ , відносної ваги  $G$  і яйценосності  $Q$  курей протягом періоду вирощування

На рис. 3.2. наведено схему добового ритму пташнику в залежності від віку

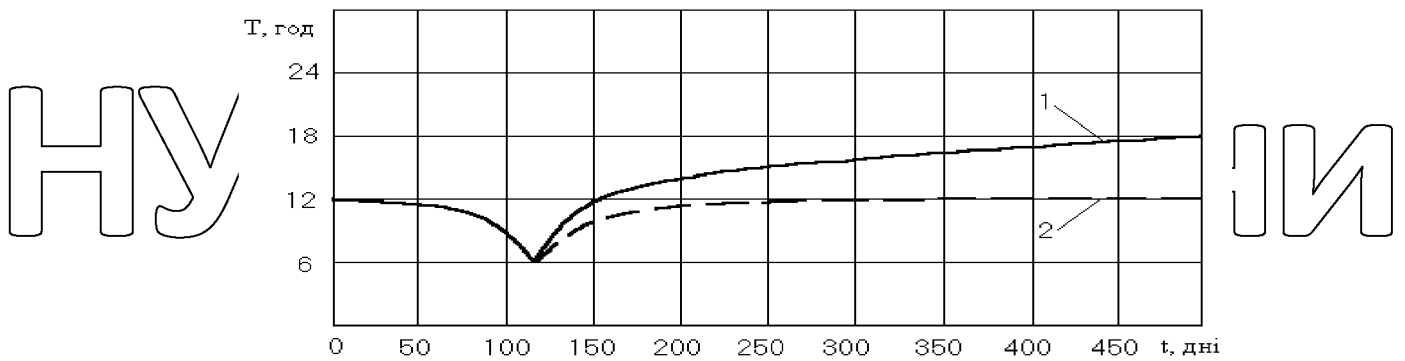


Рис. 3.2. Схема зміни добового ритму в пташнику; 1 – промислове; 2 – маточне поголів'я

В багатьох птахівничих підприємствах м'ясо – яєчного напрямлення використовують світловий режим наведений в таблиці 3.1.

Також відомо, що переривчасті режими освітлення забезпечують позитивні результати.

Ефективність переривистого режиму в першу чергу залежить від віку птиці, з якого його починають застосовувати.

В таблиці 3.2. представлено світлові режими для вирощування ремонтного молодняку курей промислового стада.

Таблиця 3.1.

## Добовий режим для різновікової птиці

Тиждень	Молодки		Несучки	
	Вік, днів	Світловий день, год. - хв.	Вік, місяців	Світловий день, год. - хв.
1	1 - 7	15 - 00	6 - 7	9 - 30
2	8 - 14	12 - 00	7 - 8	10 - 00
3	15 - 21	9 - 00	8 - 9	11 - 00
4	22 - 28	6 - 00	9 - 10	12 - 00
5 - 19	29 - 135	6 - 00	10 - 11	13 - 00
20	136 - 140	6 - 00	11 - 12	14 - 00
21	141 - 147	6 - 30	12 - 13	15 - 00
22	148 - 154	7 - 00	13 - 14	16 - 00
23	155 - 161	7 - 30	14 - 15	17 - 00
24	162 - 168	8 - 00	15 - 16	19 - 00
25	169 - 175	8 - 30	16 - 17	21 - 00
26	176 - 182	9 - 00	17 - 18	23 - 00

Таблиця 3.2.

## Світловий режим для вирощування ремонтного молодняку

## курей промислового стада

Вік птиці, днів	Загальна тривалість періоду, год.		Час включення освітлення	Час вимкнення освітлення
	Світла	Темряви		
			1 - 3	23
4 - 7	17	7	3	20
8 - 10	15	9	4	19
11 - 14	13	11	5	18
15 - 17	11	13	6	17
18 - 21	10	14	7	17
22 - 119	6	18	9	12
			14	17

Проаналізувавши найпопулярніші світлові режими можна виділити декілька основних типів:

- звичайний (14...18 год. світлового періоду)
- «ахемеральний»
- переривчастий (симетричний або несиметричний)
- імпульсний

Крім часу світлового періоду доби ще важливим параметром світлового режиму є величина освітленості. З однієї сторони, від неї залежить фізіологічний стан птиці та продуктивність, а з іншої сторони освітленість визначає загальну потужність системи освітлення в пташнику.

На сьогоднішній день на птахофабриках використовують світлові режими, в яких освітленість або постійна або змінюється під час процесу вирощування птиці.

Рекомендована освітленість на рівні годівниць при утримуванні птиці в односторонніх кліткових батареях має становити: перші три дні вирощування 40 лк, в період з 4 по 7 день – 30 лк, а в період з 8 по 21 день – 20 лк, а після 21 дня – може бути зменшена до 10 лк. Освітленість у верхніх ярусах кліткової батареї може бути вище, ніж у нижніх, і може мати значення: 45...35, 35...25, 25...15 і 15...5 лк у різні періоди вирощування.

Також необхідно забезпечити плавну зміну освітленості в момент включення та виключення світла. Це створює ефект штучного світанку та сутінку.

Раптова зміна освітленості призводить до стресу птиці. Повільна зміна освітленості на протязі 2-3 хвилин, дозволяє уникнути стресу.

Аналізуючи вище наведені дані можна виділити основні фактори світлового режиму:

- тривалість світлової доби;
- значення й характер зміни освітленості;
- спектральний склад джерела випромінювання.

### 3.2. Аналіз засобів автоматизації процесу керування освітлювальними установками в пташниках

Основними вимогами до систем керування освітленням у пташниках є забезпечення ефективного світлового режиму з мінімальними витратами електроенергії.

Засоби керування системами освітлення бувають неавтоматичними – з керування в ручному режимі та автоматичними – для керування системою освітлення за заздалегідь складеною програмою.

Найпростішим апаратом автоматичного керування освітленням в пташниках є добове реле, а також різні пристрої, які містять такі реле. Основним недоліком таких пристроїв є відсутність імітації «світанку» та «супінок», а також необхідність постійно вносити зміни на програмному диску для збільшення або зменшення світлового дня в пташнику.

Відомі два основні способи регулювання освітленості. Перший спосіб полягає у включенні світильників групами. Він реалізується на основі релейних схем керування.

Другий спосіб регулювання освітленості полягає у ступінчатій або плавній зміні світлового потоку світильників.

З розвитком ЕОМ та мікропроцесорної техніки почали з'являтися автоматизовані системи керування світловим днем (АСК ШСД). В АСК застосовуються сучасні методи та засоби керування: математичні моделі керування штучним світловим днем, технічні засоби збору, передачі, зберігання, обробки інформації.

Такі системи керування можуть забезпечити виконання наступних операцій: автоматичне відстеження віку птиці, регулювання тривалості світлового дня та рівня освітленості в залежності від віку тварин; імітацію «світанку» і «заходу»; контроль світлових параметрів в пташнику, друкування добової режимної карти (за запитом) та вивід її на екран.

Для регулювання світлового потоку знайшли широке застосування тиристорні регулятори. Якщо на протязі півперіоду зменшувати час



проходження струму через джерело світла, то це дасть можливість рівнозначному зменшенню середнього значення і відповідно світловий потік буде також зменшуватись.

Недоліками такого способу регулювання є обмеження в границях регулювання та підвищення пульсації світлового потоку.

На сьогодні розроблено велика кількість засобів автоматичного керування режимами освітлення в пташнику. За призначенням та принципом дії всі вони можуть бути розподілені на групи. Класифікація засобів керування світловими режимами в пташнику представлена на рис.3.3.

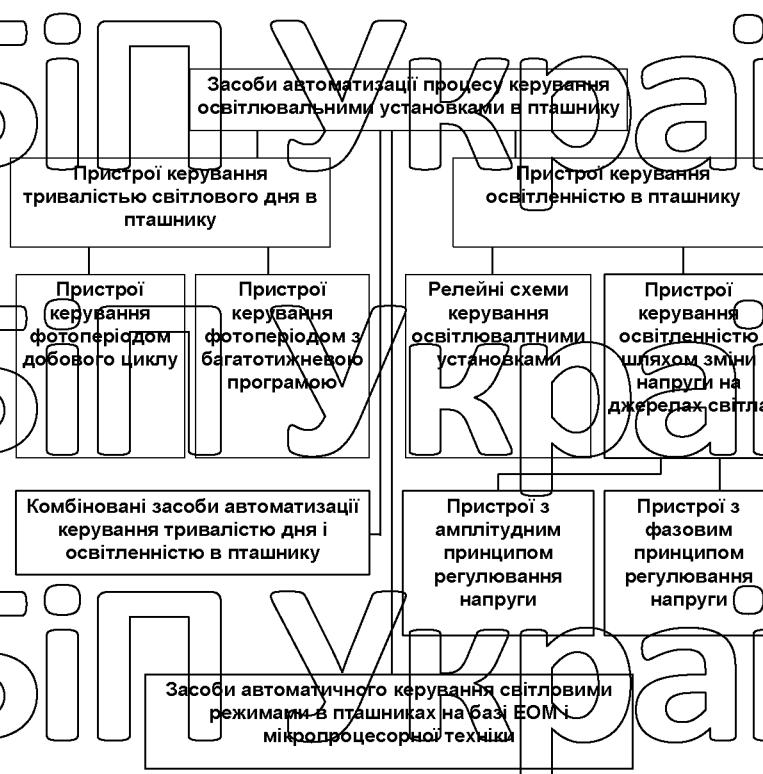


Рис. 3.3. Класифікація систем керування системами освітлення в пташнику

Із аналізу відомих засобів автоматизації процесу керування освітленням в пташниках видно, що вони мають деякі недоліки.

### 3.3 Розробка пристрою автоматичного керування освітлювальними установками у виробничому приміщенні пташника

Забезпечення ефективного світлового режиму у пташника можливо лише при наявності програмних пристроїв автоматичного керування.

Пристрої автоматичного керування освітлювальними установками мають відповідати слідуючим вимогам:

- можливість регулювання тривалості світлової частини доби в залежності від віку тварин;

- можливість регулювання рівня освітленості зі зміною віку птиці;

- можливість керування освітленням в ручному і автоматичному режимі;

- можливість забезпечення плавної зміни освітленості при вимиканні і вмиканні освітлення;

- пристрій має бути економічним, надійним і простим в експлуатації.

Враховуючи вище наведені вимоги, розроблено пристрій автоматичного керування режимами освітлення в пташниках. До складу якого входять:

електронний програматор, автоматичний вимикач, силові елементи - тиристори з радіаторами, блок керування тиристорами, електромагнітний пускач, проміжні реле. Всі елементи закріплені на панелі і розміщені в металевому ящику.

Функціональна схема пристрою представлена на рис. 3.4.

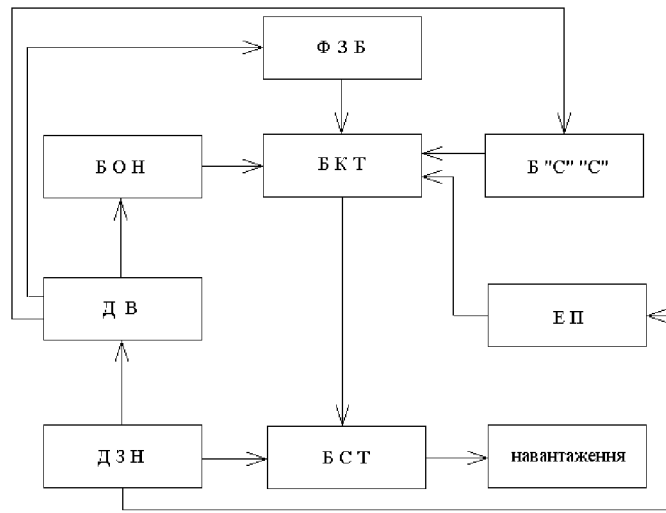
Принципова електрична схема керування режимами освітлення та принципова електрична схема керування тиристорами представлені відповідно на рис. 3.5 та рис. 3.6.

В основу роботи даного пристрою лежить принцип фазового регулювання зміни часу проходження струму по навантаженню у кожний півперіод в залежності від величини напруги мережі.

Напругу комутують силові тиристори VD8, VD9, які вмикаються зі схеми керування через трансформатор TV1 (рис.3.7)

НУБ

НУБ



іни

іни

Рис. 3.4 Функціональна схема пристрою для керування режимами освітлення: БСТ – блок силових тиристорів; ДЗН – джерело змінного струму; ДВ – діодний випрямляч; БОН – блок обмеження напруги; ФЗБ – фазозсуваючий блок; БКТ – блок керування тиристорами; Б “С” “С” – блок який забезпечує “світанок” і “сутінки”; ЕП – електронний програматор.

НУБІП України

Розглянемо роботу пристрою в автоматичному режимі. В якості керуючого пристрою використовується електронний програматор. Під час умовної ночі в приміщенні струм на навантаження не проходить, тому, що тиристори закриті, але напруга підведена до них. Напруга подається на випрямляч VD1...VD4. Випрямлена напруга після обмежувального резистора R2 подається на подільник напруги R3. Конденсатор C3 зашунтований резистором R1 та польовим транзистором VT3, транзистор VT2 в даному випадку закритий і на електроди керування силових тиристорів VD8 та VD9 імпульс не подається. В час передбачений програмою програматор замикає контакти КТ4 та КТ2 (рис 3.5), і живлення подається на котушку реле КV1 і КV3. Відбувається замикання силових контактів КV1.1...КV1.3 та допоміжного контакту КV1.4, і живлення подається на котушку проміжного реле КV2 замикаючи його контакти на положення д (двонадівперіодна напруга)

НУБІП України

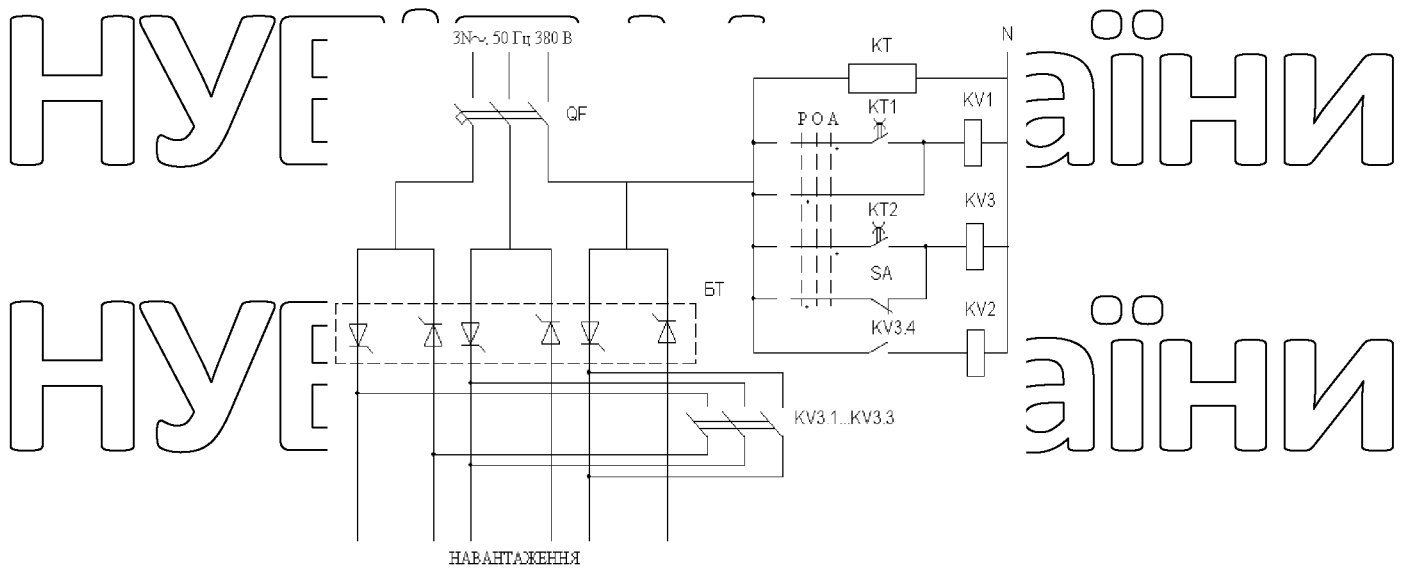


Рис. 3.5. Принципова електрична схема керування освітлювальними установками у виробничому приміщенні пташника

Контакти реле KV1 перемикаються в режим “Св.” (світанок).

Конденсатор С4 при цьому через резистори R14 і R16 починає заряджатися, відповідно напруга на затворі транзистора починає зростати VT3. Зі змінною напруги на затворі також змінюється провідність каналу транзистора. При зростанні напруги на затворі зменшується струм стоку транзистора. Відповідно починає змінюватися напруга на емітері транзистора VT2, значення якого рівне між базовою напругою, яка задається стабілітроном VD7. При відкриванні транзистора VT2 конденсатор С3 дає розряд на первинну обмотку трансформатора імпульсного TV1. При розряді у вторинних обмотках трансформатора виникають імпульси. Ці імпульси подаються на керуючі електроди тиристорів. Відкривається той тиристор, до якого в той чи інший момент підведена напруга.

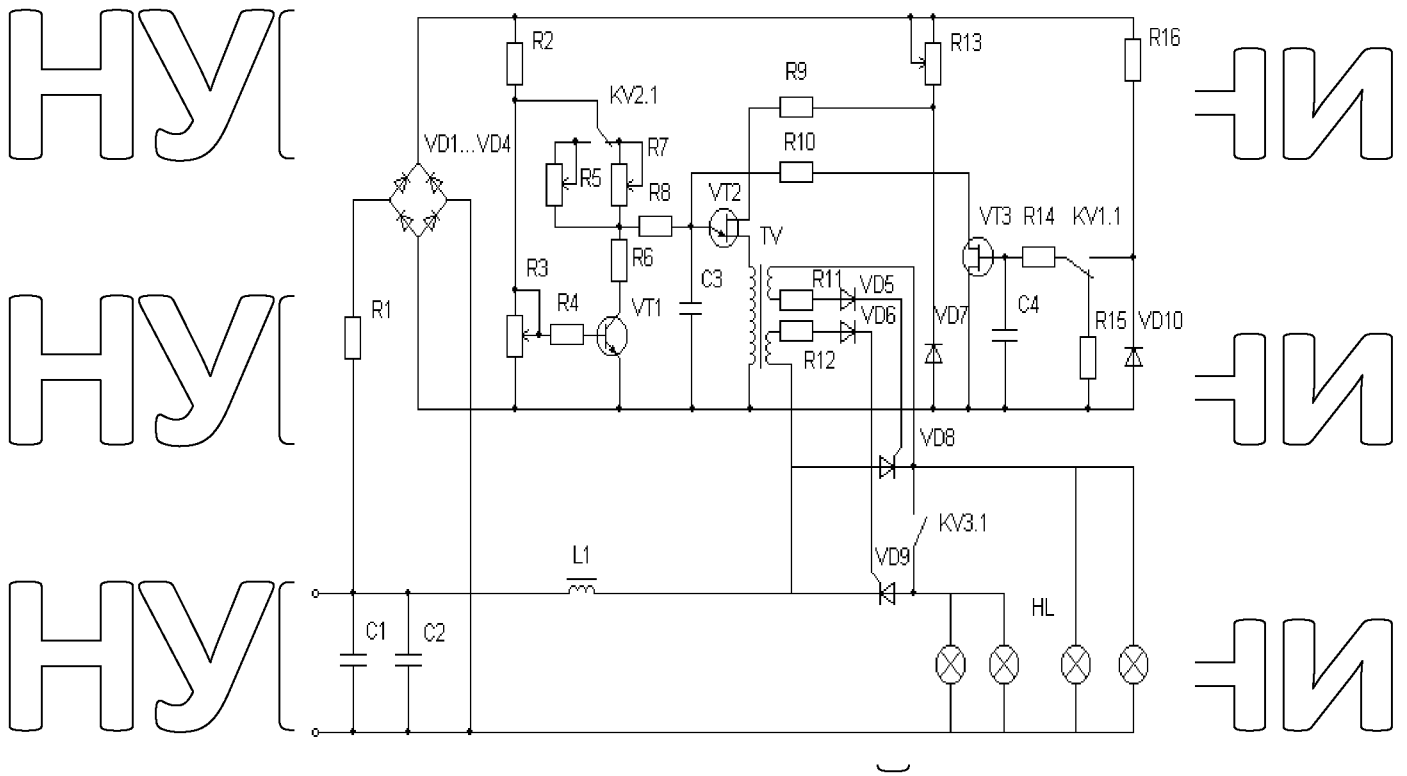


Рис. 3.6. Принципова електрична схема керування силовими тиристорами

Після зменшення струму стоку транзистора зменшується час заряджання конденсатора C3 і відбувається зміщення моменту виникнення керуючих імпульсів, що змінює інтервал ввімкненого стану елементів комутації

VD8 і VD9. В цей час значення напруги на лампах повільно зростає, відбувається штучний світанок. Рівень значення напруги на лампах задається резистором R5.

В пристрої захист для обмеження напруги на навантаженні при збільшенні її значення в мережі.

Напруга мережі після випрямлення прикладається до подільника напруги R3. При підвищенні напруги на навантаженні вище встановленого значення, відповідно зростає напруга між базою та емітером транзистора VT1, і відповідно збільшується струм в ланцюзі емітер–колектор цього ж транзистора, відповідно зростає час зарядки конденсатора C3 до рівня напруги достатньої для відкриття транзистора VT2 та зміщенню моменту появи імпульсів керування до

зменшення інтервалу відкритого стану тиристорів. В цей час величина робочого значення напруги на навантаженні відновлюється.

При необхідності роботи на однонапівперіодній напрузі, програматор розмикає контакти КТ2, відповідно розмикаються силові контакти електромагнітного пускача КМ1.1...КМ1.3 та контакт КМ1.4. Контакти реле КВ2 перемикаються в положення – 0 (однонапівперіодна напруга). В один півперіод через тиристор VD9, живлення подається на одну групу ламп, а в інший півперіод, через тиристор VD8 до другої групи ламп. При розмиканні силових контактів КМ1.1...КМ1.3 пускача величина напруги на лампах

зменшується в  $\sqrt{2}$  рази, на стільки ж зменшується і освітленість у пташнику. В передбачений програмою час електронний програматор розмикає контакти КТ1 і котушка КМ1 залишається без живлення. Контакти реле КВ1.1 перемикаються в положення “Сут.” (сутінки).

При ввімкненні даного положення конденсатор С4 починає розряджатися через резистори R14 і R15. Відбувається зменшення напруги на затворі транзистора VT3. Поступово змінюється провідність каналу транзистора і зростає струм стоку. Це відповідно призводить до зміни інтервалу увімкненого стану силових тиристорів. Відбувається плавне зменшення величини напруги на лампах, відбувається імітація “сутінок”.

Даний пристрій дозволяє реалізувати світловий режим наведений на рис. 3.7.

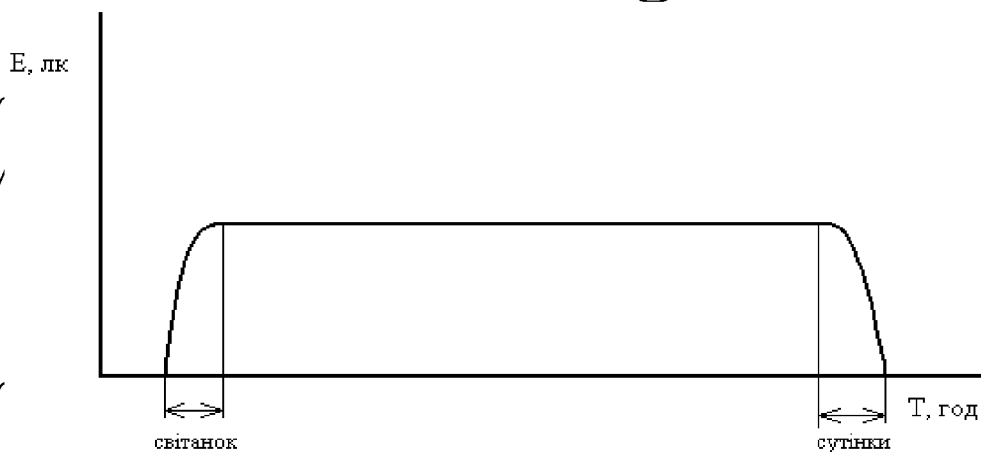


Рис. 3.7. Добовий світловий режим при вирощуванні курчат

Світловий режим доби, представлений на рис. 3.7, реалізується за наступним алгоритмом. За номінальної напруги освітленість оптимальна для годування птиці, в інші ж періоди світлового дня на лампи подається півперіодна напруга, при якій рівень освітленості відповідає нормі.

Оптимізація значень параметрів режиму освітлення за рівнем затрат електроенергії, які отримані для птиці різного вікового періоду, дозволили оптимізувати тривалість світлового дня та освітленості. Якщо притримуватись встановлених ефективних значень  $T$  і  $E$ , забезпечуються оптимальні умови освітлення для отримання максимальної маси птиці.

Посередивши ефективні значення освітленості, світлового періоду та віку птиці в графіки залежності отримаємо ефективний світловий режим для вирощування птиці. Графіки представлено на рис. 3.8. та рис. 3.9.

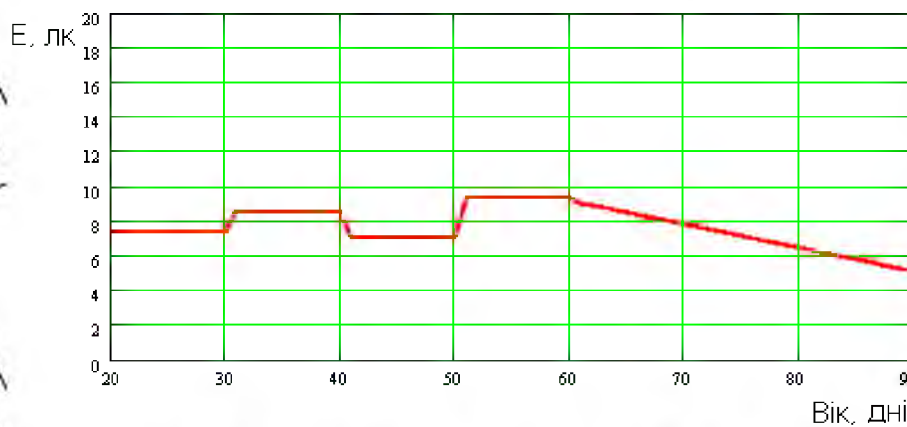


Рис. 3.8. Залежність освітленості у пташнику від віку птиці

При вирощуванні птиці також важливим є режим освітлення протягом доби. Досвід показує, що найбільше уваги необхідно приділяти режиму освітлення в період годування. Оскільки цей період незначно доцільно підвищувати освітленість до 30 лк.

Тобто доцільно використовувати добовий світловий режим наведений на рис. 3.10.

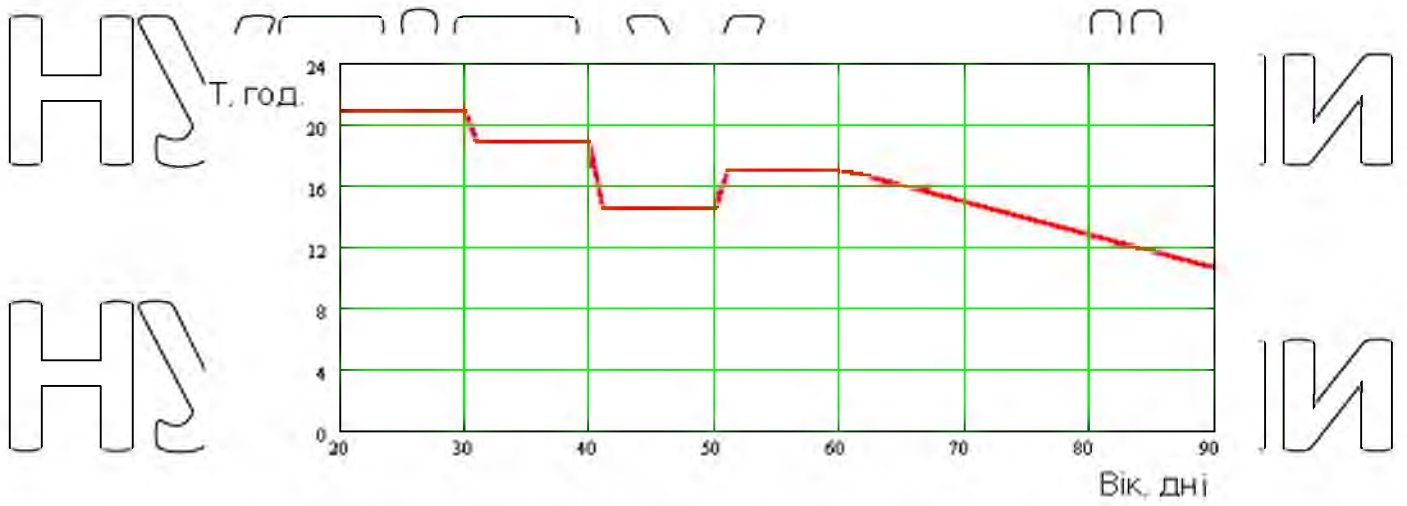


Рис. 3.9. Залежність світлового періоду за добу від віку птиці

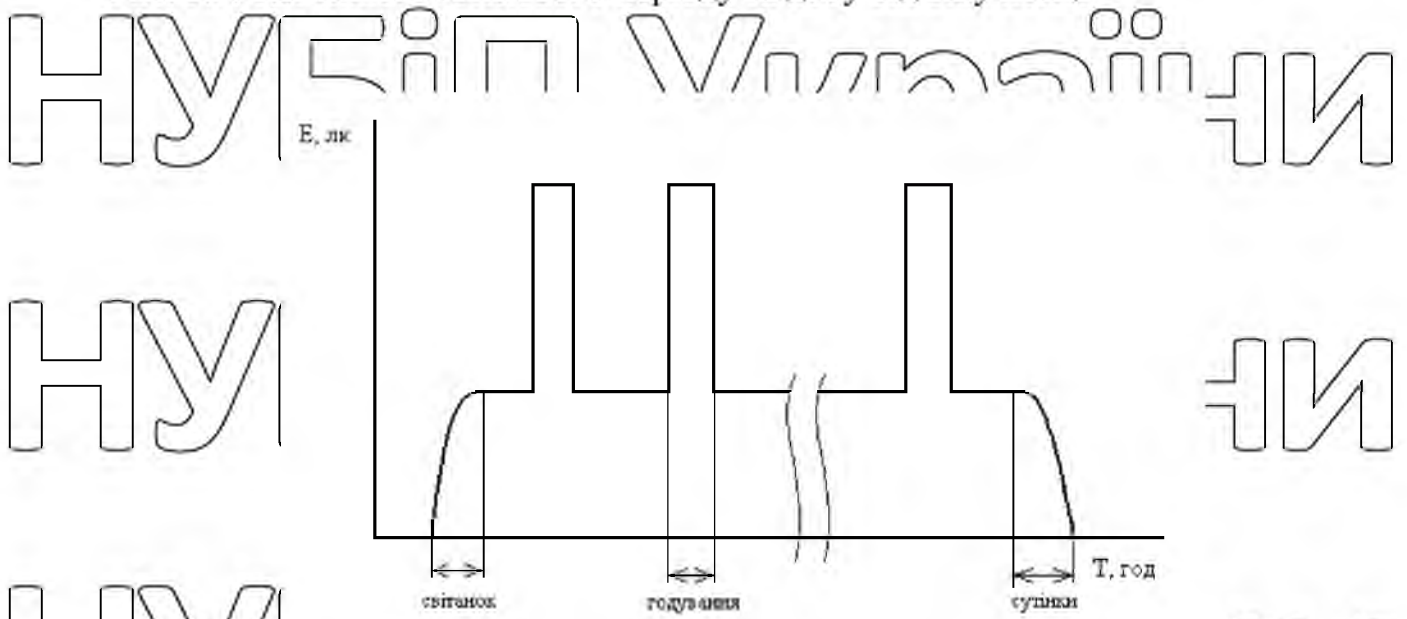


Рис. 3.10. Режим освітлення у пташника для вирощування курчат

НУБІП України

НУБІП України



## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ КОРМІВ

### 4.1. Аналіз стану сучасних технологій знезаражуючої обробки.

Щоб зекономити хлібні ресурси, потрібно вести постійну боротьбу з шкідниками хлібних запасів. За даними ФАО (організація ООН з питань продовольства та сільського господарства) на теперішній час близько 5% світового збору зернових культур знищується гризунами та шкідниками.

Вживані на теперішній час засоби та способи боротьби з шкідниками в значній мірі знижують розселення шкідливих комах та кліщів. Оскільки чисельність шкідників та кількість заражених продуктів кожного року залишаються приблизно на одному рівні, потрібно постійно удосконалювати заходи боротьби з шкідниками хлібних запасів. Класифікація цих заходів

приведена на рис. 3.1. Розглянемо основні переваги та недоліки існуючих методів. У приведеній схемі виділяються три основні способи боротьби: біофізичний, хімічний та фізико-механічний, що охоплюють переважну більшість використовуваних або таких, які розробляються прийомами боротьби з шкідниками хлібних запасів.

**Спосіб біофізичної боротьби.** Розвиток способу біофізичної боротьби з шкідливими комахами та кліщами йде по декількох напрямках: вивчаються природні хижаки та паразити шкідників з світу комах та кліщів, можливість їх акліматизації, масового розведення та використання; розробляються засоби та способи придушення спадковості досліджуються раціональні поєднання пестицидів з бактерійними препаратами. Але відносно шкідників хлібних запасів способи біофізичної боротьби використовуються у меншій мірі, ніж інші способи. Це зв'язано з особливостями об'єкту, що піддається захисту від комах. Наприклад, введення в зерно та зернові продукти хижаків та паразитів

чи стерильних самців практично є мало придатним, тому що це засмічує продукт та погіршує його якість. Швидкий розвиток ядерної фізики та

електроніки в нашій час дозволив тісно зайнятися розробкою проблеми використання іонізуючих випромінювань для дезинфекції зернопродуктів.

# НУВБІП УКРАЇНИ

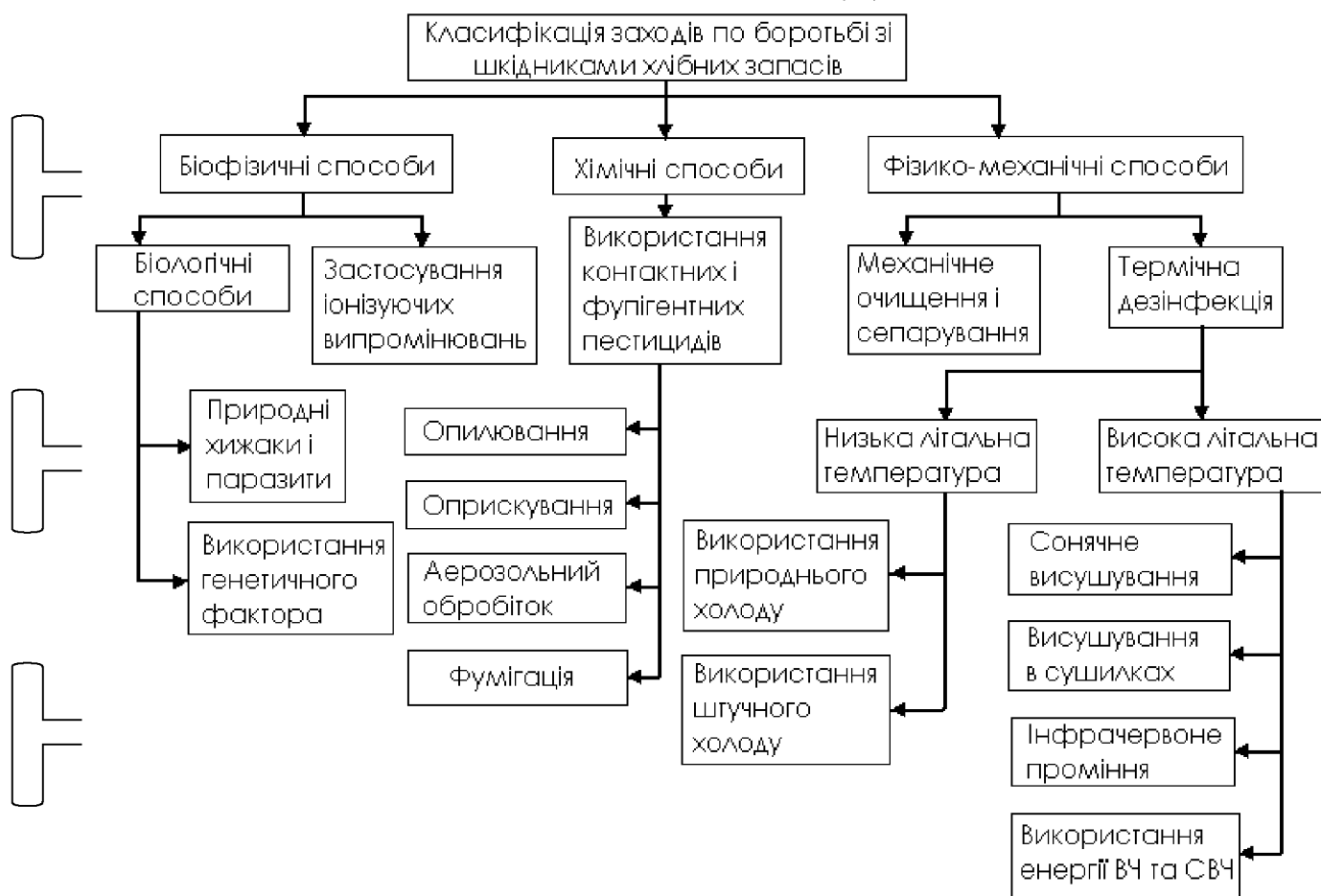


Рис.3.1. Класифікація заходів з боротьби із шкідниками зернових культур.

# НУВБІП УКРАЇНИ

У основі біологічної дії іонізуючих випромінювань є поглинання їх енергії, яка виявляється в іонізації та збудженні атомів та молекул живої матерії. Іонізація живої тканини що приводить до розриву молекулярних зв'язків та зміни хімічної структури різних з'єднань.

Заміна в хімічному складі клітки порушують їхнє нормальне функціонування, обмін речовин, розмноження та інше і в результаті приводять до загибелі клітки. Недоліки методу променевої дезинфекції зернопродуктів є зменшення агротехнічних якостей зерна при дозах опромінювання, потрібних для повної стерилізації комах, та також істотне

погіршення товарних якостей зерна при таких підвищених дозах опромінювання. До недоліків способу також відноситься необхідність в створенні специфічних заходів захисту обслуговуючого персоналу від можливості опромінювання. В сучасних установках товщина захисних шарів понад метра з бетону та десятка сантиметрів з свинцю.

**Спосіб хімічної боротьби.** Цей спосіб більш радикальний та найбільш поширений та ґрунтується на застосуванні різних контактних та фумігантних пестицидів. До пестицидів, які використовуються в боротьбі з шкідниками зернопродуктів, приймається цілий ряд вимог. Всі вони мають володіти

високою токсичністю, не повинні сильно змінювати своїх пестицидних властивостей під впливом навколишніх умов середовища незаселеного шкідниками; вологості, температури, світла та інші. Вони не мають впливати на біохімічні, хлібопекарські, харчові, насінні та інші властивості зерна та продуктів його переробки; не мають передавати їм запаху та залишати

шкідливих залишків після обробки; мають бути найменш отруйними чи неотруйними для людини; не володіти вогне - та вибухонебезпечними властивостями; бути дешевими та недефіцитними. Але практично жоден, із вживаних в теперішній час пестицидів не відповідає перерахованим вимогам.

Важлива перевага хімічної збереження зерна низькомолекулярними кислотами простота та можливість швидкого впровадження в виробництво.

Проте проблема хімічної збереження зерна до нинішнього часу не вирішена ні в нашій країні, ні за кордоном, проте, не дивлячись на велику кількість робіт в області збереження зерна кислотою пропіона, та іншими жирними кислотами, відсутні чи є неповними дані про їхній вплив на технологічні, біохімічні та харчові властивості зерна.

**Фізико-механічний спосіб.** До такої групи засобів боротьби з шкідниками відносяться сепарація зерна з використання різних прийомів для

охладження зерна до низьких та летальних для шкідників, температур чи нагрівання зерна до високих, смертельних для життя шкідників, температур. Механічне очищення зерна на машинах так як спосіб боротьби з шкідливими

комахами та кліщами - не дає належного ефекту на тривалий час, оскільки зерно повністю не знешкоджує шкідників, які знаходяться в міжзерновому просторі, та абсолютно не відділяються зерна з прихованою формами зараження. Механічне очищення зерна лише ефективно в холодну погоду,

коли з одночасно сепарацією зерно охладжається. Використання низьких „смертельних” температур для боротьби з комахами та кліщами із застосуванням природно охолодженого повітря має застосування в

основному в районах із хорошим для цього кліматом. Так що для забезпечення 100% загибелі цього небезпечного шкідника хлібних запасів,

такі як довгоносик, у коморі необхідно зберігати температуру зерна на рівні мінус 10°C не менше 14 діб.

Найефективнішим є використання високих „смертельних” температур, де разом із дезинфекцією зерна в короткі терміни відбувається зменшення його вологості. Підвищення температури зерна для його дезинфекції можна

різними способами: інфрачервоними променями, передачею тепла, конвекцією, застосуванням енергії надвисокої та високої частот.

Температурний режим обробки приймається, виходячи із стану маси та виду шкідника. Проте слід зазначити, для досягнення 100% загибелі всіх шкідників

для всіх стадій, необхідна температура зерна наприклад + (65-70)°C. В такий же час нагрів до такої температури зерна, за даними ВНИЗ призводить до значного погіршення його агрономічних якостей. З цього бачимо, що

необхідно застосовувати такі методи нагріву, що володіли б селективними властивостями та забезпечували б швидкий нагрів шкідників, а не зернової маси. До таких методів належать методи нагріву за допомогою

інфрачервоних променів та енергії високої та надвисокої частот.

В теперішній час прогресивнішим слід зазначити метод обробки зернопродуктів за допомогою енергії надвисокої та високої частот. Особливістю

високочастотного нагріву, який принципово відрізняється від інших методів нагріву, що виділяє теплову енергію в самій масі нагрівального матеріалу.

При такому нагріві енергія електромагнітного поля змінюється в тепло

внаслідок наявності в матеріалах діелектричних втрат. Зерно та продукти цієї переробки, а також шкідники, які в ньому знаходяться, є з фізичної точки зору діелектриками, що підкоряються загальним законам властивим твердим діелектрикам. Общее виділення тепла в матеріалі за одиницю часу від сдвига заряджених частинок та струмів провідності, виражається формулою:

$$P_{\text{пот}} = 0,55 \varepsilon' \text{tg} \delta f E^2 \cdot 10^{-12} \text{ Вт/см}^3, \quad (4.1)$$

де  $\varepsilon'$  - відносна діелектрична проникність матеріалу;

$\text{tg} \delta$  - тангенс кута втрат;

$f$  - частота коливань, Гц

$E$  - напруженість поля В/см.

З формули (4.1) видно, що процес виникнення тепла при нагріванні в електромагнітному полі високої частоти належить від фізичних властивостей матеріалу, цих електричних параметрів. При неоднорідному складі матеріалу,

до яких і відноситься заражене шкідниками зерно, мають окремі його

частини, які мають різні значення  $\text{tg}$ , нагріватимуться порізно. Тому, враховуючи електричні константи середовища, потрібно підібрати таку частоту  $f$ , при якій буде відбувається максимальне поглинання енергії

шкідниками, а не нашим зерном, в тих випадках, коли метою опромінювання є дезинфекція зерна.

Теперішній етап розвитку сільського господарства характеризується

слідуючими інтенсифікаціями технологічних процесів при яких забезпечення

високої якості продукції, впроваджується поточкові лінії, оснащених засобів

для автоматичного регулювання процесів, повною їхньою автоматизацією. У цьому плані застосовувати енергію електромагнітного поля високих та надвисоких частот, представляє особливий інтерес.

## 4.2. Озонування кормів, як ефективний спосіб підвищення харчової цінності.

Мікрофлора зерна складає майже повністю з аеробних мікроорганізмів. Анаеробні мікроорганізми в які представлені дріжджами, деякими видами мукерових грибів та бактерій.

Відомо, що у випадку доступу повітря до насіннєвого матеріалу та при наявності других сприятливих умов (відповідної температури та достатньої вологості) всі аеробні мікроорганізми, та в першу чергу плісняві гриби, мають активно розмножуватися. При таких умовах в початковий період зберігання, коли повітря між зернового простору в якому нормальний склад, тобто містить кисень, мікрофлора зерна буде розвиватися дуже швидко.

В умовах, якщо можливий розвиток мікроорганізмів так як у недавно зібраному, та при тривалому зберіганні зерні та насінні всіх культур, що правило насамперед всього розвиваються плісняві гриби. Гриби більш пристосовані до існування в зерновій масі, ніж бактерії, дріжджі та актиноміцети. Це пояснює наступні властивості плісняви:

1. здатність розвиватися при меншій вологості зерна та відносно вологості повітря у між зерновому просторі;
2. не сильно високим температурним оптимумом (20...40 °C) та здатністю краще розвиватися при більше низьких температурах (10...20 °C);
3. аеробним характером дихання, а при звичайних методах підтримання зернової маси (особливо коли тільки закладена на зберігання) у якого достатній запас кисню;
4. вмістом великого асортименту гідролітичних ферментів, що здатні краще впливати на покривні тканини зерна.

Відомо, для настання стану спокою насіння або зерна при зберіганні необхідно знизити доступ кисню до зародку. Так як зниження інтенсивності дихання є одним із важливих факторів, які впливають на тривалість зберігання насіння. Тому з появою на насінні грибків та бактерій інтенсивність дихання біомаси зразу змінюється. Одним з таких проявів діяльності мікроорганізмів має бути посилення дихання насіння.

Застосування в такому випадку стерилізації насіння надає успішних результатів, що й в самій хімічній протравлювачій здатності показувати вплив на процес дихання. В небагатьох випадках інтенсивність дихання протравленого насіння чи зерна перевищувала на ту же величину у контролі.

Вплив мікроорганізмів може проявлятися у наступних формах:

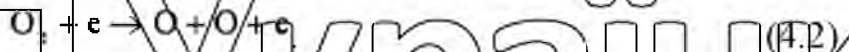
1. втраг партії зерна ознаки свіжості, наприклад зміною цих показників як колір, смак запах та кислотність;
2. погіршення технологічних якості зерна (мукомельних, круп'яних та хлібопекарських);
3. зменшення посівних та товарних якостей зерна у зв'язку з ураженням його зародку;
4. набування зерном токсичних властивостей;
5. утворення та накопичення в зерновій масі великої кількості тепла;
6. втрати в масі сухої речовини зерна.

Начальний період розвитку мікроорганізмів проходить зовнішнє, майже непомітно. Точно його можна побачити тільки, спостерігаючи динаміку мікрофлори зерна, що на зернах ще не виявляються наявні признаки псування. Небезпека такого періоду полягає в отриманні можливості для свого активного розвитку, бактерії та пліснява як правило не припиняє своєї життєдіяльності без втручання людини та руйнуюча їх робота може довести зерно до неминучої стадії самозігрівання чи запліснявіння та гноїння. Тому, дуже важливо взагалі не допускати в зерновій масі розвитку мікроорганізмів. Та своєчасно прийняти міри по запобіганню активному розвитку мікроорганізмів чи призупиненню його розвитку.

Відомо, що обробка озоном зерна зараженого токсигенним штамом *Aspergillus flavus* в концентрації 320 – 340 мг/м<sup>3</sup> на протязі 15 хвилин руйнує афлатоксини на 70 %. Токсичні властивості висушеного зерна кукурудзи, ячменя, пшениці при концентрації озону 2 г/м<sup>3</sup> закінчують діяти за 4 хвилини після початку обробки.

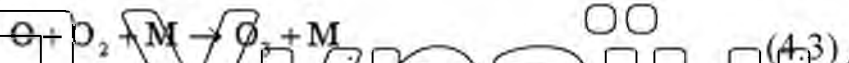
Тому найперспективним напрямком є обробка в сильних електричних полях. Таким способом який дозволяє утворювати озон по всьому об'єму суміші, без використання окремих генераторів озону із системою подачі її до насінневої суміші. Наприклад має бути спосіб економічний та максимально продуктивним. Саме таким способом і пропонується обробка корму птиці.

В результаті виникнення іонізаційних процесів в повітряних прошарках зернової маси відбуваються електрохімічні реакції, в результаті яких є утворення озону та його розкладання. Озон має алотропну форму кисню з хімічною формулою  $O_3$ . При таких нормальних температурах та тиску він являє собою газ із характерним запахом та має блакитний колір (за грецькою озон – що пахне). При температурі кипіння, що дорівнює  $-119,9\text{ }^\circ\text{C}$  озон перетворюється в рідину темно-синього кольору. Такий процес утворення озону складається із декількох етапів. Основною реакцією володіє процес дисоціації молекул кисню при взаємодії з вільними електронами:



Постійна часу цього процесу не велика та складає одиниці нано-секунд.

Наступний етап це утворення молекул озону:



В цьому процесі приймає участь третя частина  $M$ : іон, молекула, електрон чи атом у нейтральному чи збудженому стані. Дані дослідження показують, що при утворенні озону це потребує час до  $10\text{ мкс}$ .

Крім того утворення озону відбувається з розкладанням молекул  $O_3$  за реакцією:



Схема визначення концентрації озону в зернові суміші в залежності від інтенсивності іонізаційних процесів наведена на рис. 4.2.



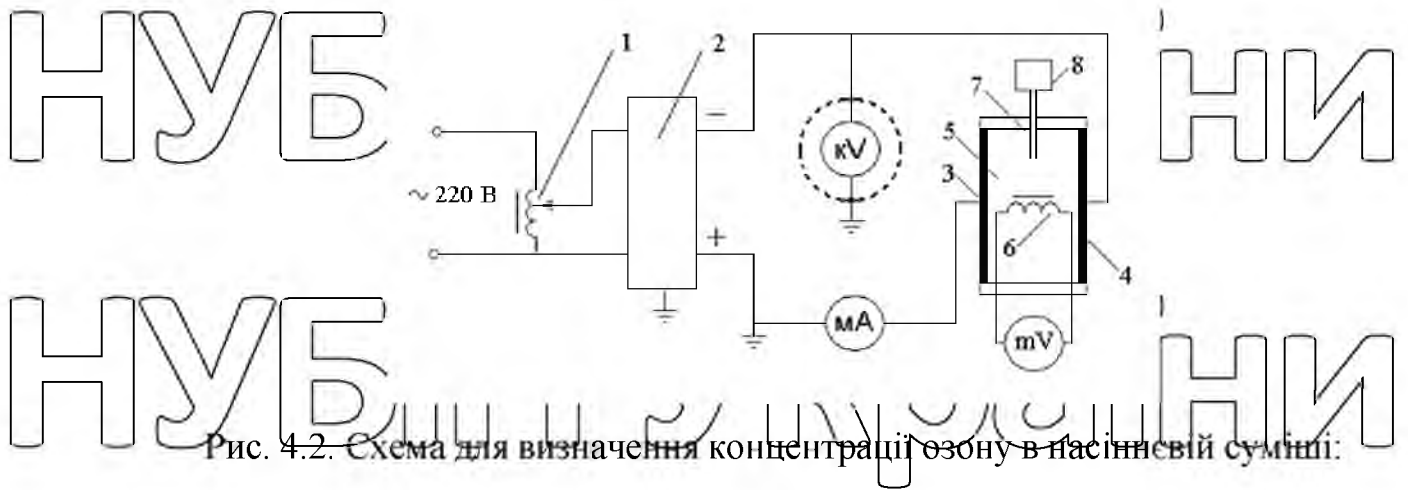


Рис. 4.2. Схема для визначення концентрації озону в насіннєвій суміші:

1 – автотрансформатор; 2 – трансформатор високовольтний з випрямлячем;  
3, 4 – плоско-паралельні пластинчасті електроди; 5 – камера для розміщення  
насіння; 6 – котушка індуктивності; 7 – індикаторна трубка; 8 – аспіратор АМ

В дослідній установці індикаторна трубка 7 (скляна трубка довжиною 45 мм, діаметром 2,5 мм), що наповнена індикаторним порошком, та приєднана з одного боку до аспіратуру, а з іншого до камери де розміщене насіння 5. Під час роботи установки в насіннєвій суміші відбуваються іонізаційні процеси які проходять через індикаторний порошок протягувалася до 1 л повітря. При наявності шару, окрашеного в синє-фіолетовий колір, мірялася його довжина. Концентрацію озону ( $K_o$ ) в камері обробки зернової маси в  $мг/м^3$  обраховували за формулою:

$$K_o = 0,39 \frac{l \cdot 1000}{V}, \quad (4.5)$$

де 0,39 – емпіричний коефіцієнт;  
 $l$  – довжина окрашеного шару, мм;  
 $V$  – об'єм проби повітря, мл.

Такі дослідження проводили на ячмені сорту “Скарлет”. Концентрація озону в насіннєвій суміші визначалася при зміні відносної інтенсивності в іонізаційних процесах  $U_i$  від 3 до 45 мВ. Крім того щоб досліджувати залежність концентрації озону при однаковій інтенсивності іонізаційних

процесів в залежності від об'єму насіння. Обрахунки досліджень показали, що в такій концентрації озону залежить від відносної інтенсивності іонізаційних процесів та об'єму зерна.

Зрозуміло, що в одній і тій же відносній інтенсивності іонізаційних процесів концентрація озону буде менше, чим більше об'єм зерна. Для перевірки такого положення були проведені деякі експериментальні дослідження. При однаковій відносній інтенсивності іонізаційних процесів ( $U_i=15$  мВ) вираховували концентрацію озону в різному об'ємі насінневої маси. Як наприклад, на рис. 4.3. приведені одні із результатів таких досліджень.

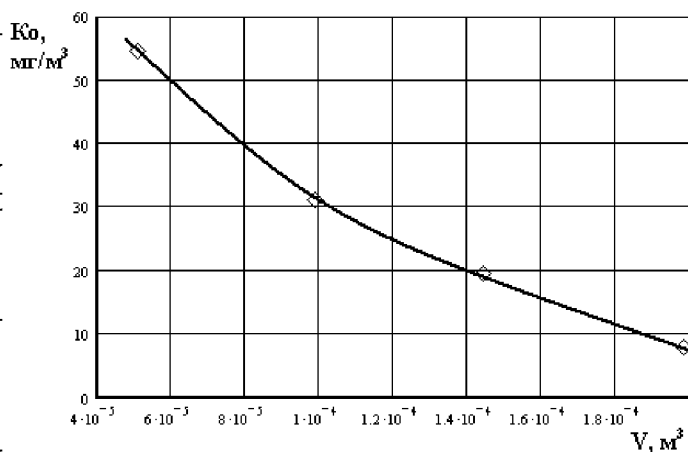


Рис. 4.3. Залежність концентрації озону в зерновій масі ячменя сорту "Скарлет" від об'єму при постійній відносній інтенсивності іонізаційних процесів ( $U_i=15$  мВ).

Зведеного рис. 4.3 видно те, що експериментальні дослідження підтвердили вище приведені припущення відносно зниження концентрації озону при збільшенні об'єму зернової маси. Тому і для характеристики утворення озону в масі зерна, що під дією електричного поля високої напруги, було знайдено поняття питомої інтенсивності іонізаційних процесів  $U_{\text{пит}}$  (В/м³).  $U_{\text{пит}}$  визначається за формулою:

$$U_{i\text{min}} = \frac{U_i}{V}, \quad (4.6)$$

де  $V$  – об'єм насінневої маси,  $\text{м}^3$

За допомогою програмного забезпечення на ПЕОМ було виведено аналітичний вираз залежності концентрації озону в насінній масі ячменя від питомої інтенсивності іонізаційних процесів  $K_{O_3} = f(U_{i\text{min}})$ , що представлена формулою:

$$K_{O_3} = \frac{a + c \cdot U \text{ min}^d}{b + U \text{ min}^d}, \quad (4.7)$$

де  $a, b, c, d$  – коефіцієнти які визначаються видом сільськогосподарської культури (для ячменя  $a=1838$ ;  $b=114897$ ;  $c=504$ ;  $d=1,88$ ).

Результати досліджень приведені на рис. 4.4.

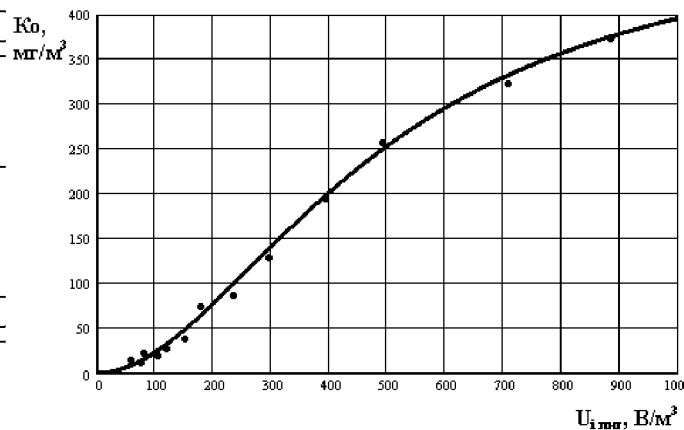


Рис. 4.4. Залежності концентрації озону що впливають на зернову масу ячменя сорту “Скарлет” від питомої інтенсивності іонізаційних процесів: • – дані приведені за матеріалами досліджень; – – графік функції побудований за емпіричного формулою.

Підставляючи у рівнянні з визначенням концентрації озону вираз для питомої інтенсивності іонізаційних процесів ми отримаємо:

$$K_{01} = \frac{a + c \cdot \left( \frac{116 \cdot E^3 \cdot j^2}{0,07 + 2 \cdot j^2} \right)^d}{b + \left( \frac{116 \cdot E^3 \cdot j^2}{0,07 + 2 \cdot j^2} \right)^d} \quad (4.8)$$

Цей вираз (4.8) дозволяє визначати найефективніші режими обробки зернового матеріалу.

Загалом проведені експериментальні дослідження дозволяють дати висновок, що приведена технологія обробки зерна в електричному полі високої напруги по критерію бактерицидної дії повністю відповідає теперішнім вимогам.

### 4.3 Розробка технології знезараження кормів

Установка з обробки зернового матеріалу в електричних полях високої напруги має відповідати наступним вимогам:

- забезпечення плавного регулювання напруженості електричного поля в межах 0...10 кВ/см;

- автоматичного відключення установки при перевантаженні;

- забезпеченість безпечної праці обслуговуючого персоналу;

Виходячи з таких вимог, що пред'явлені засобами з електрофізичної обробки в полях високої напруги, розробили установку для обробки в електричних полях високої напруги, на основі якої використані схемні рішення.

Розроблена блок-схема алгоритму роботи установки для обробки зернового матеріалу приведена на рис. 4.5.

НУ

НУ

НУ

НУ

НУ

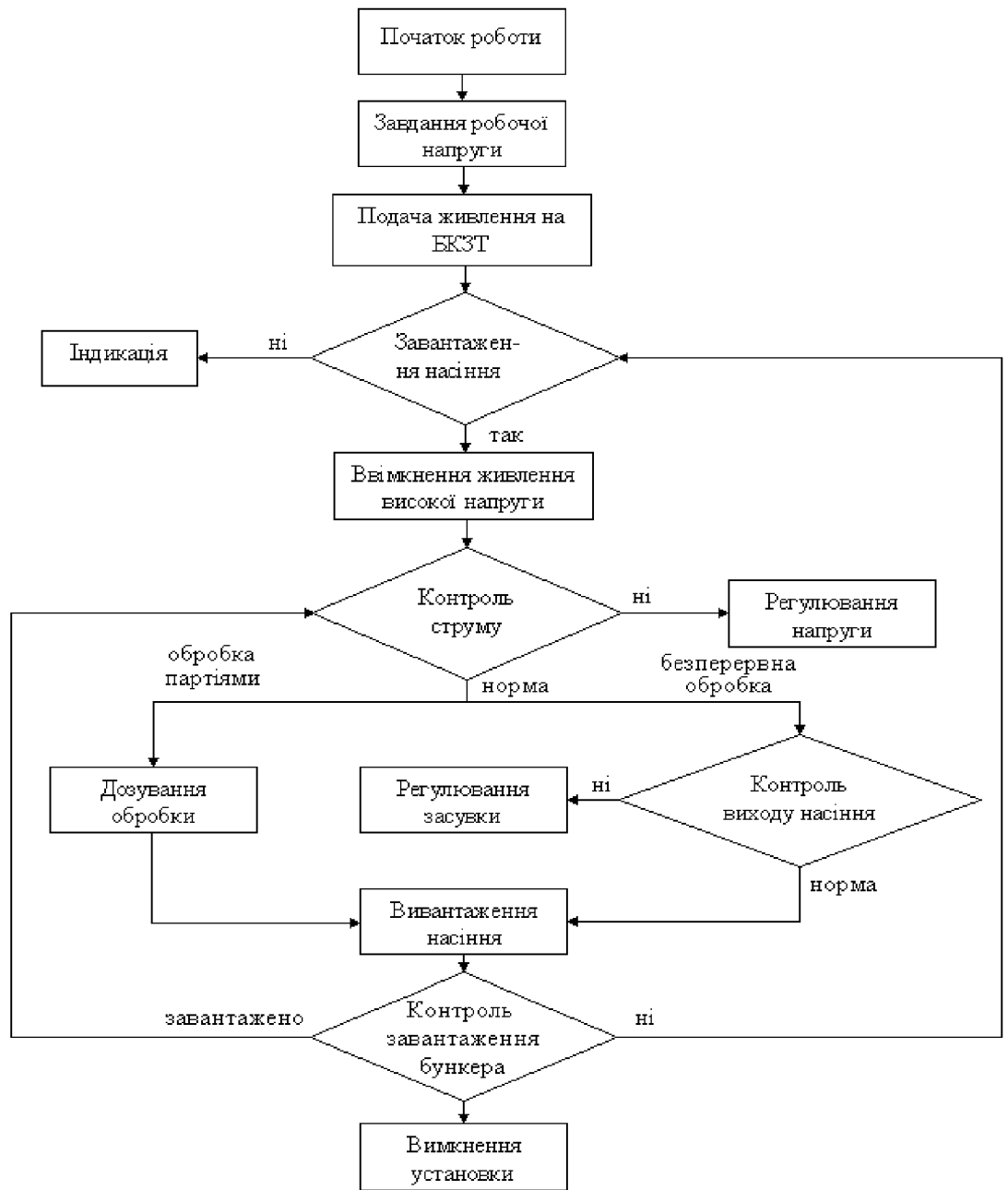


Рис. 4.5. Блок-схема алгоритму роботи установки для обробки зернового матеріалу.

Запропонована електротехнологічний пристрій з впливу сильних електричних полів відрізняється за своєю універсальністю. На одному і тому ж пристрої можна виконати обробку цілого ряду зерна сільськогосподарських культур без заміни конструктивних параметрів, заміни робочих органів та додаткових наладок. Універсальність цієї установки полягає і в тому, що

НУВІП України

можна обробляти зерно так як і для покращення зберігання так і з метою стимуляції біологічних процесів у зерні перед самим приготуванням корму для птиці.

Розроблений пристрій що вигідно відрізняється від існуючих електротехнологічних установок тим, що:

- Не потребує значних коштів для виготовлення;
- має не великі габарити та матеріалосміність;
- режими обробки які забезпечує прилад не споживає значну кількість електроенергії;

- є екологічно чистою продукцією рослинництва обробленою в даній установці;

- через просту своєї конструкції потребує не висококваліфікованого обслуговуючого персоналу.

Функціональна схема установки приведена на рис. 4.7.

До складу приладу входять: тиристорний регулятор напруги, підвищувальний трансформатор з дво-полярним помножувачем напруги (чи високовольтний трансформатор з випрямлячем), електронний програматор, вольтметр, амперметр, датчик струму, камера обробки, плоско-паралельні електроди.

Електрична схема установки поєднує ряд ланцюгів, що виконують управління й живлення установки та перетворення низької напруги 220 В однофазного змінного току промислової частоти в регульовану високу напругу 0...50 кВ. Висока напруга що підводиться до плоских електродів камери, що і відбувається обробка в сильному електричному полі.

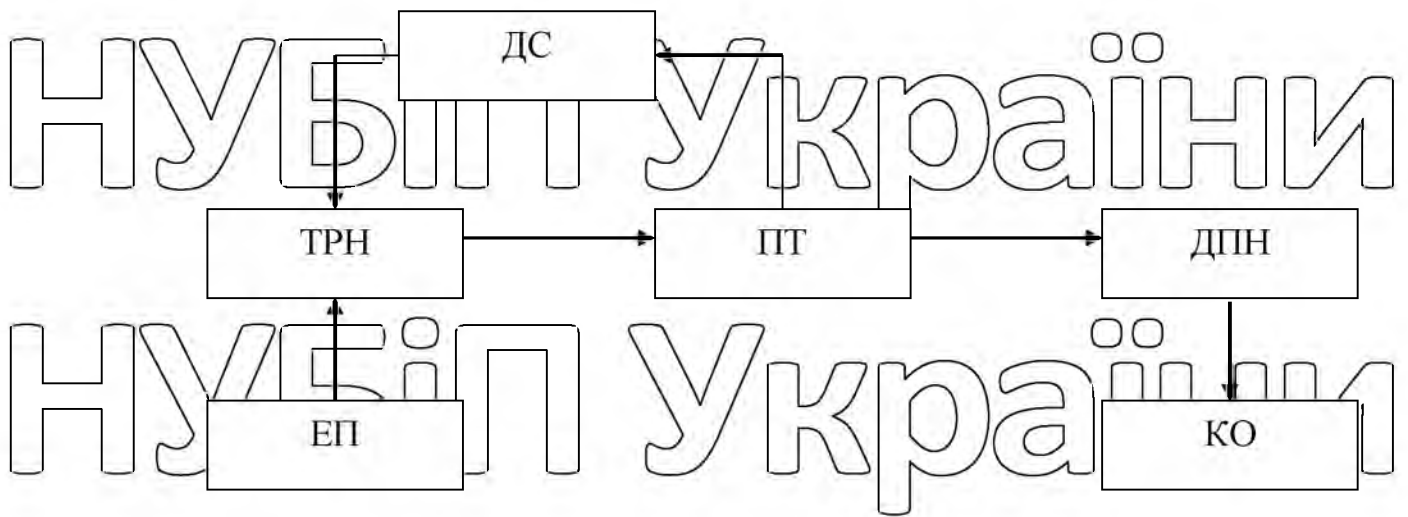


Рис. 4.6. Функціональна схема установки для обробки насінневого матеріалу в електричних полях високої напруги: ЕП – електронний програматор; ТРН – тиристорний регулятор напруги; ПТ – підвищувальний трансформатор; ДПН – двополярний помножувач напруги; ДС – датчик струму; КО – камера обробки.

Робоча камера яка представляє собою систему між собою ізольованих друг від друга плоских паралельних електродів, до яких підводиться висока напруга. В між електродному просторі на наше зерно діє електричне поле постійного струму високої напруги та електричний струм, озон і підвищення температури. Об'єм робочої камери може і змінюватися в залежності від виду зернового матеріалу.

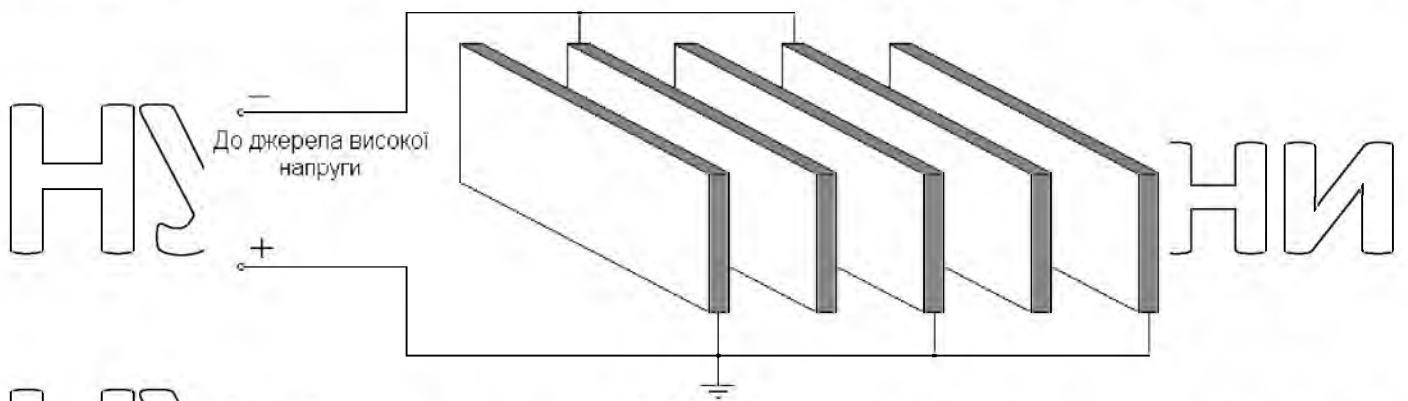


Рис. 4.7. Електродна система установки для обробки зернової маси в сильних електричних полях.

Крім того, даному запропонованому пристрою та способу обробки вигідно відрізняються від існуючих тим, що вони генерують озон та аерони безпосередньо в самій продукції під дією електростатичного поля та високої напруги, тим самим забезпечується рівномірність обробки по всьому об'єму.

Щоб здійснити обробку зерна немає необхідності в окремій системі вентиляції та генераторі озону, крім того, наш запропонований спосіб та установка для цього дозволяє здійснити обробку продукцію в запечатаних пакетах.

Схема варіанту установки, що використовується тільки для насипного матеріалу представлена на рис. 4.8.

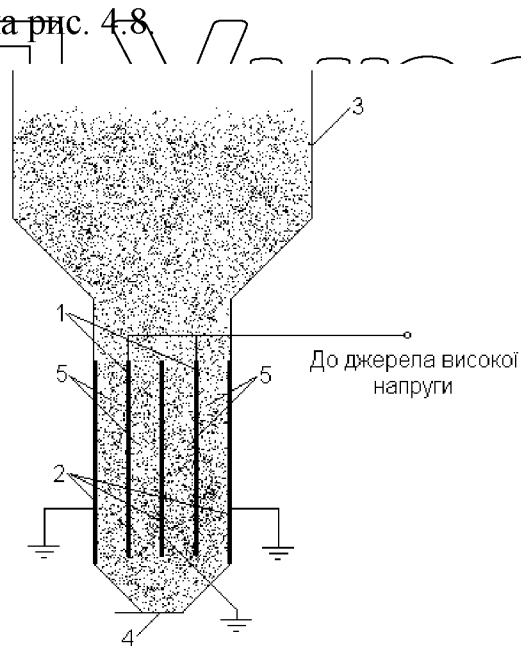


Рис. 4.8. Схема установки для обробки насипного зернового матеріалу в сильному електричному полі: 1 і 2 – плоско паралельні електроди; 3 – бункер; 4 – засувка; 5 – камера обробки.

В даному випадку незаземлений високовольний електрод занесимо в середину установки. Обслуговування електроустановки високої напруги пов'язані з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом. У зв'язку з цим нам потрібно користуватися обов'язковою умовою при роботі на установках електронно-іонної технології це є заземлення.



Основним джерелом небезпеки поразення електричним струмом в таких установках високої напруги є електрод, що знаходиться під високим потенціалом по відношенню до заземленого корпусу приладу, та має відносно легкий доступ до нього обслуговуючого персоналу. В нашій установці електрод із високим потенціалом по відношенню до заземленого корпусу розташоване в середині установки, який в свою чергу виключає контакт із ним обслуговуючого персоналу. Це робить прилад значно безпечнішим й ресурсозберігаючим, тому що відпадає потреба в захисному металевому кожусі.

Зовнішній вигляд установки наведено на рис. 4.9.



Рис. 3.11. Зовнішній вигляд установки для обробки насипного зернового матеріалу в сильному електричному полі.

Ще одною з позитивних сторін є розроблення установки те, що вона відносно легко піддається автоматизації процесу. Наведена функціональна схема установки на рис. 4.10.

Установка може працювати так як і у ручному режимі так і в автоматичному.

В ручному режимі установка працює наступним чином.

Спочатку за допомогою завантажувального транспортера засипаються зерновою масою установку. Потім встановлюємо необхідний рівень напруги, та контролюючого значення струму. Потім обробка може відбуватися за двома способами.

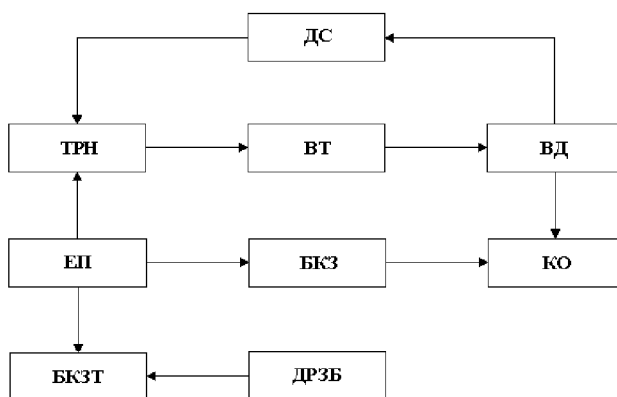


Рис. 3.12. Функціональна схема установки для обробки зернового матеріалу в сильних електричних полях: ЕП – електронний програматор; ТРН – тиристорний регулятор напруги; ВТ – високовольтний трансформатор; ВД – випрямляч на діодах; ДС – датчик струму; КО – камера обробки; БКЗ – блок керування засувкою; БКЗТ – блок керування завантажувальним транспортером; ДРЗБ – датчик рівня завантажувального бункера.

*Перший спосіб.* При даному способі попередньо бункер 3 заповнюється повністю. Потім за допомогою часткового відкривання засувки 4 регулюється необхідний вихід маси з приладу з урахуванням необхідної кількості часу для переходу зерна від верхнього рівня електродів до нижнього. Потім необхідно періодично вимикати й вмикати завантажувальний транспортер, заповнивши таким чином бункер 4 зерновою масою. Ще у процесі роботи потрібно періодично контролювати урвень напруги та струму та при необхідності

регулювати їхній рівень. В результаті обробка зернової маси буде відбуватися безперервно.

*Другий спосіб.* При такому способі зазделегіть установка заповнюється зерновою масою повністю по плоско-паралельні електроди 1 та 2. Після необхідного часу обробки треба вимкнути живлення електродів. Далі відкриваючи засувку 4 зерно під дією своєї ваги поступає на транспортер чи в мішки. Потім після закриття засувки установку треба знову заповнити зерновою масою та повторити попередні операції. При цьому способі зернова маса обробляється однаково.

В автоматичному режимі установка працює так:

У встановлений час спрацьовує електронний програматор у такому чині вмикається завантажувальний транспортер. Зернова маса поступає зверху в началі в камеру обробки, а потім уже завантажується бункер 3. При досягненні відповідного рівня бункера зерном спрацьовує датчик рівня та завантажувальний транспортер виключається. В автоматичному режимі обробка може також виконуватися двома способами

*Перший спосіб.* Коли заповниться бункер зерновою масою з допомогою електронного програматора поступає живлення на електроди установки та з відповідною витримкою часу запускає привід засувки, що в свою чергу відрегульована на певний рівень відкриття. При зниженні рівня зернової маси до заданого рівня за допомогою датчика рівня вмикається завантажувальний транспортер.

*Другий спосіб.* Заповнення бункера проходить так як і в першому способі. За допомогою електронного програматора надається живлення на електроди установки. Після чого витримка встановленого проміжку часу, який передбачено необхідним режимом обробки, живлення із електродів вимикається. Поряд з цим включається привід засувки. Засувка залишається відкритою стільки, скільки потрібно для виходу з камери обробки зерна, що пройшло обробку (рівень верхніх кінців електродів). Потім засувка знову закривається й одночасно поступає живлення на електроди.

## РОЗДІЛ 5.

### ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПТАХОФЕРМИ

#### 5.1. Розрахунок електричних навантажень.

Розрахунок навантажень виконуємо для всієї ферми тобто для п'яти пташників та насосної станції. Визначення електричних навантажень виконуємо на основі сумарних значень навантажень на вводі.

Розрахункові значення навантаження на вводах в окремі будівлі визначаємо на основі графіків електричних навантажень. Побудову графіку електричних навантажень виконуємо за наступним алгоритмом: на осі ординат відмічаємо споживану потужність, а по осі абсцис – час роботи відповідного обладнання. Максимальне навантаження на ввіді споживача (півгодинний максимум) – це найбільша споживана потужність згідно даного графіка.

Найбільшими споживачами на фермі є електродвигуни. Потужність споживану ними розраховуємо за наступним рівнянням:

$$P_{\text{ед}} = (P_y * K_z) / \eta \quad (5.1)$$

де  $P_y$  - номінальна потужність електродвигуна в режимі виконання технологічної операції, кВт;

Повна потужність при цьому складе:

$$S_p = P / \cos \phi = 137.35 / 0.8 = 171.7 \text{ кВА} \quad (5.2)$$

де  $P$  – найбільша споживана потужність, яка визначається із графіка навантаження, кВт.;

$\cos \phi$  - коефіцієнт потужності споживачів.

Навантаження на ввіді птахоферми визначимо методом ефективного числа електроспоживачів ( $n_{\text{еф}}$ ):

$$n_{\text{еф}} = (\sum P_{\text{вст}})^2 / \sum P_{\text{вст}}^2 \quad (5.3)$$

де,  $P_{\text{вст}}$  – загальна потужність електродвигунів, кВт.;

$$n_{\text{эф}} = (2,5 \cdot 4 + 6,3 \cdot 4 + 3,3 \cdot 6 + 6,6 \cdot 6) / (2,5^2 + 2,5^2 + 2,5^2 + 2,5^2 + 6,3^2 + 6,3^2 + 6,3^2 + 6,3^2 + 3,3^2 + 3,3^2 + 3,3^2 + 3,3^2 + 3,3^2 + 3,3^2) = 4,98$$

Коефіцієнт використання встановленої потужності приймаємо  $K_B = 0,5$ ;

$$K_{\text{макс}} = 1,34.$$

Потужність на вводі рівна:

$$P_{\text{роз}} = K_{\text{макс}} \cdot K_B \cdot \sum P_{\text{вст}} = 1,34 \cdot 0,5 \cdot 234 = 156,78 \text{ кВт}, \quad (5.4)$$

Відповідно струм на вводі рівний:

$$I_{\text{роз}} = S_{\text{роз}} / \sqrt{3} U_n = (156,78 \cdot 10^3 \cdot 0,75) / (1,74) = 178,65 \text{ А} \quad (5.5)$$

Кабель для облаштування вводу обираємо згідно тривало допустимого струму та способом прокладання. Обираємо кабель АВВГ (4x70+1x70), прокладання в землі згідно діючих норм.

$$I_{\text{тр. доп}} \geq I_{\text{роз}} \\ 210 \text{ А} \geq 178,65 \text{ А}$$

Вибір ввідного розподільчого щита виконуємо за: напругою  $U_{\text{щ.н}} \geq U_{\text{мер}}$ ; способом монтажу; номінальним струмом  $I_{\text{щ.н}} \geq I_{\text{роз}}$ ; наявністю ввідного вимикача; кількістю та номінальним струмом лінійних вимикачів; ступенем захисту.

Приймаємо силовий розподільчий щит накладного монтажу ПР11-380.54У3.1. із ввідним вимикачем ВА51-37-34. Щит містить 12 лінійних вимикачів типу ВА 51. Ступінь захисту IP54. Номінальна напруга 380 В. Номінальний струм 218 А. визначення параметрів трансформаторної підстанції виконуємо по найбільшому навантаженні, яке становить 156,78 кВт. Для всіх інших приміщень розрахунки проводимо аналогічно.

Графік роботи інших виробничих споживачів ферми невідомий, тому розрахункові навантаження цих споруд приймаємо за "Методичними

вказівкам по розрахунку навантаження в мережах 0,38-110кВ сільськогосподарського призначення'.

Всі данні заносимо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

### Електричні навантаження в різних приміщеннях птахоферми

Найменування споживачів	Кількість	Максимум навантажень, кВт
1 Пташник (19696 голів)	1	156,78
2 Пташник (11800 голів)	1	120
3 Пташник (10000 голів)	1	115
4 Пташник (6880 голів)	1	128
5 Пташник (7319 голів)	1	96
Насосна станція	1	11

Визначаємо загальне навантаження групи будівель (пташників, насосної станції).

$$P_{гр}=(P_1+P_2+P_3+P_4+P_5+P_{н.с.})*k_0 \quad (5.6)$$

де  $P_{гр}, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_{н.с.}$  - розрахункові потужності всіх пташників птахоферми і насосної станції, кВт;

$k_0$  - коефіцієнт одночасної роботи; (0,8);

$$P_{гр}=(156,78+120+115+128+11+96)*0,8=501,4 \text{ кВт,}$$

Розраховуємо повну потужність в денний максимум:

$$S_d = P_{гр} / \cos\phi = 501,4 / 0,8 = 626,7 \text{ кВА,} \quad (5.7)$$

### 5.2. Вибір джерела живлення.

Трансформаторна підстанція розміщується на території ферми, радіус електропостачання споживачів має бути не більше 400м. Згідно генерального плану ферми достатньо однієї трансформаторної підстанції. Загальна

потужність трансформатора із масляним охолодження приймаємо за економічним інтервалом навантаження враховуючи можливість перенавантажень, за умовою:

$$S_{e.n.} \leq S_{\text{розрах.}} \leq S_{e.v.} \quad (5.8)$$

де  $S_{e.n.}$  та  $S_{e.v.}$  – нижня та верхня межа інтервалів навантаження трансформаторів, кВА;

$S_{\text{розрах.}}$  – розрахункове значення навантаження підстанції, кВА.

Згідно розрахунків встановлюємо КТП ПК-630 тупикового типу.

Розраховуємо дійсний коефіцієнт завантаження трансформатора:

$$K_{зд} = S_p / S_{нт} = 626,7 / 630 = 0,99 \quad (5.9)$$

де  $S_p$  – споживана потужність в максимум навантаження, кВА;  
 $S_{нт}$  – номінальна потужність трансформатора, кВА;

### **Вибір кількості трас ЛЕП – 0,38 кВ.**

Кількість ліній напругою 0,38 кВ, які відходять від трансформаторної підстанції приймається із урахуванням:

- конструкції та схеми вибраної ТП;
- забезпечити надійність електропостачання об'єкта;

- максимального розвантаження ліній;

- зменшення втраг напруги в лініях.

Довжина прокладення та маршрути ліній визначаються з урахування можливості забезпечення організації охоронної зони, габаритів ПЛ, і можливості використання опор ПЛ для освітлення проїзної частини.

### **Розрахунок електричної мережі напругою 0,38кВ.**

Навантаження на кожній ділянці:

$$P_{екв} = P_p \cdot K; \quad (5.9)$$

де  $P_p$  – максимальне розрахункове навантаження на певній ділянці, кВт;

$K$  – коефіцієнт для врахування динаміку росту навантаження,  $K=0,7$ ;

# НУБІП України

Рекв - еквівалентне навантаження на певній ділянці кВт.

Переріз проводів ПЛ приймаємо згідно денного максимального навантаження. Обрані проводи ПЛ перевіряємо на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U_{\text{дон}} \geq \sum_i^n \Delta U_{\text{нум.і}} \cdot S_{e,i} \cdot l_i, \quad (5.10)$$

де  $\Delta U_{\text{дон}}$  - допустиме значення втрат напруги в лінії, %;

$\Delta U_{\text{нум.і}}$  - питома втрата напруги в лінії, % на 1кВА-км;

$S_{e,i}$  - еквівалентна потужність на розрахунковій ділянці, кВА;

$l_i$  - довжина розрахункової ділянки ПЛ, км.

Допустимі втрати напруги в ПЛ приймаються за допустимим значенням відхилень напруги на вводі споживачів та за початково-заданим відхиленням напруги на шинах районної підстанції 10 кВ.

Результати розрахунків допустимих втрат напруги в лініях 10кВ та 0,38кВ, вибір надбавок для трансформаторів споживчих підстанцій представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

## Результати розрахунку допустимої втрати напруги

Елементи мережі	100%	25%
Шини 10кВ л/ст. 35/10кв	+5	0
Лінія 10кВ	-6	-1,5
Трансформатор 10/0,4 кВ:		
постійна надбавка	+5	+5
регульована надбавка	+2,5	+2,5
втрати	-4	-1
лінія 0,38 кВ	-7,5	0
споживач	-5	+5
допустима біля споживача	-5	+5



### 5.3. Перевірка захисної апаратури на спрацювання при однофазному або трифазному короткому замиканні.

Повірку вимикача QF3 при однофазному короткому замиканні перевіряємо за умовою:

$$I_{к.з.} \geq 3I_{р.н.} \quad (5.11)$$

Струм короткого замикання визначаємо згідно рівняння:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{km}}{3} + Z_n} \quad (5.12)$$

де  $U_{\phi}$  – фазна напруга, В;

$Z_{кт}$  – повний опір трансформатора, Ом;

$Z_{л}$  – повний опір ПЛ, Ом.

Знаходимо повний опір трансформатора:

$$Z_{кт} = \frac{26}{S_n} = \frac{26}{160} = 0,162 \text{ Ом} \quad (5.13)$$

Повний опір лінії визначаємо згідно рівняння:

$$Z_n = \sqrt{(\sum R_0 \ell)^2 + (\sum X_0 \ell)^2}, \text{ Ом} \quad (5.14)$$

де  $\sum R_n$  – загальний активний опір ліній, Ом;

$$\sum R_n = R_{l1} + R_{l2} + R_{l3} + R_{\text{конт}}, \text{ Ом} \quad (5.15)$$

$\sum X_n$  – загальний реактивний опір ліній, Ом.

$$\sum X_n = 2X'_{\phi.н} + X''_{\phi} \quad (5.16)$$

де  $R_{l1}, R_{l2}, R_{l3}$  – опори ділянок лінії, Ом;

$R_{\text{конт}}$  – опір контактних з'єднань:

$R_{l1}$  – трансформаторної підстанції 0,01 Ом;

$R_{l2}$  – розподільного пристрою 0,015 Ом,

$R_{l3}$  – магнітного пускача 0,03 Ом [3].

$U_{\phi}$  – зовнішній індуктивний опір, спричинений взаємодією фазного і нульового проводу, Ом.

$X$  – внутрішній індуктивний опір, Ом.

$$R_{li} = \rho \frac{l_1}{S} K_+, \text{ Ом} \quad (5.17)$$

де  $\rho$  – густина матеріалу проводів, Ом·мм<sup>2</sup>/км;

$l_1$  – довжина ділянки лінії, що розраховується, км;

$S$  – площа поперечного перерізу проводів, мм<sup>2</sup>;

$K_+$  – температурний коефіцієнт.

Отже, підставивши значення маємо:

$$R_{l1} = 31,4 \frac{0,01}{16} \times 1,18 = 0,023 \text{ Ом};$$

$$R_{l2} = 31,4 \frac{0,005}{16} \times 1,18 = 0,011 \text{ Ом};$$

$$R_{l3} = 31,4 \frac{0,002}{16} \times 1,18 = 0,0046 \text{ Ом}.$$

Загальний активний та реактивний опори ліній матимуть значення:

$$\sum R_n = 0,023 + 0,011 + 0,0046 + (3 \times 0,003 + 0,015 + 0,01) = 0,153 \text{ Ом}$$

$$\sum X_n = 0,3777 \times 0,01 \times 2 + 0,6 \times 3 \times 0,01 = 0,025 \text{ Ом}.$$

$$Z_n = \sqrt{0,153^2 + 0,025^2} = 0,1550 \text{ Ом}$$

Визначаємо струм при однофазного короткого замикання:

$$I_{к.з.} = \frac{220}{0,162 + 0,155} = 694 \text{ А.}$$

$$I_{відс.} = 3 \cdot I_{роз} = 3 \cdot 63 = 189 \text{ А.}$$

$$694 \text{ А} > 189 \text{ А}$$

Умова виконується, тобто автоматичний вимикач ВА51-25 обрано правильно.

Перевіряємо обрані апарати захисту на спрацювання при трифазному короткому замиканні. Перевіряємо автоматичний вимикач QF2 типу ВА51-25

$I_{р.н.} = 80 \text{ А}; I_{гр.вим.} = 3 \text{ кА}$  за умовою:

$$I_{к.з.} \leq I_{гр.вим.} \quad (5.18)$$

Розрахунок струму трьох фазного короткого замикання виконуємо згідно рівняння:

$$I_{к.з.} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_n} \quad (5.19)$$

де  $\sum R_n$  та  $\sum X_n$  - активний та реактивні опори трьохфазного замикання, Ом.

$$\sum R_n = R_T + R_\phi, \text{ Ом}, \quad (5.20)$$

$$\sum X_n = X'_T + X_\phi, \text{ Ом} \quad (5.21)$$

де  $R_T$  і  $X'_T$  – активні та реактивні опори трансформатора, Ом;

$R_\phi$  і  $X'_\phi$  – активний та реактивний опори фазного проводу, Ом.

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}, \text{ Ом} \quad (5.22)$$

$$Z_T = \frac{U_{к.з.} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_H}; \text{ Ом} \quad (5.23)$$

$$R_T = \frac{\Delta P_{к.з.} \cdot U_n^2}{S_H^2}, \text{ Ом} \quad (5.24)$$

НУБІП України

$$Z_T = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 160 \cdot 10^3} = 0,045 \text{ Ом}$$
$$R_T = \frac{3700 \cdot 400^2}{160000^2} = 0,023 \text{ Ом}$$

Звідси розраховуємо:

НУБІП України

$$X_T = \sqrt{0,045^2 - 0,023^2}$$
$$\sum R_n = 0,023 + 0,4 \times 0,28 + (0,02 + 0,015) = 0,17 \text{ Ом}$$

$$\sum X_n = 0,023 + 0,068 = 0,091 \text{ Ом.}$$

НУБІП України

Визначаємо струм трифазного короткого замикання:

$$I_{к.з}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,17^2 + 0,091^2}} = 1212 \text{ А}$$

Встановлений автоматичний вимикач ВА51-25 задовольняє умову:

НУБІП України

$$3000 \text{ А} > 1212 \text{ А}$$

Вибір захисного обладнання виконано вірно.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 6.

### ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

#### 6.1. Розрахунок об'єму робіт з обслуговування енергетичного обладнання.

При розрахунках необхідно враховувати умови використання обладнання, сезонність експлуатації, кількість робочих змін. Результати розрахунків заносимо в таблицю (табл.6.1).

Визначаємо необхідну кількість електромонтерів для обслуговування обладнання пташника:

$$N=A/100 = 26,27/100 = 0,26 \text{ одиниць.} \quad (5.1)$$

Передбачалося, те що електрообладнання всієї ферми обслуговує 2 електромонтери 3-го розряду.

Таблиця 6.1  
Об'єму робіт по обслуговуванню електрообладнання ( ум. О.)

Найменування електрообладнання	Одиниця виміру	Кількість облад.	Кількість ум. одиниць на одиницю електрообладнання	Всього
Електроприводи до 1 кВт	шт.	360	0,67	241,2
1,1...11 кВт	шт.	120	0,92	110,4
12...40кВт	шт.	1	1,13	1,13
0,38 кВ	км	0,04	3,93	1,18
Світильники	на 10 шт.	400	0,91	364
Всього				717,91

## 6.2. Розрахунок річних трудозатрат на проведення ТО і ПР електротехнічного обладнання.

Трудозатрати на ТО та ПР електрообладнання протягом року визначають на основі нормативних значень періодичності та трудомісткості технічного обслуговування та поточного ремонту по кожному виду електрообладнання.

Кількість запланованих на рік ТО та ПР визначаємо із урахуванням сезонності використання обладнання, а для електродвигунів – періодичності роботи.

Трудоємність технічних обслуговувань в піки сезонних робіт приймається на 15% вище звичайного. Річні затрати праці на ТО і ПР визначаємо:

$$Q_{\text{об}} = n_1 \times q_1 \times m_1 + n_2 \times q_2 \times m_2 + \dots + n_n \times q_n \times m_n; \quad (6.2)$$

$$Q_{\text{тр}} = n_1 \times q'_1 \times m'_1 + n_2 \times q'_2 \times m'_2 + \dots + n_n \times q'_n \times m'_n; \quad (6.3)$$

де  $q_1, q_n$  і  $q'_1, q'_n$  – затвержені нормативні значення трудомісткості ТО і ПР для різних типів обладнання;

$n_1, n_n$  – кількість обладнання різних видів;

$m_1, \dots, m_n$  і  $m'_1, \dots, m'_n$  – планова кількість ТО і ПР для кожного виду обладнання.

$$Q_{\text{загальне}} = Q_{\text{то}} + Q_{\text{тр}} \quad (6.4)$$

Результати розрахунків річних затрат праці представлено в таблиці 6.2

Таблиця 6.2

### Розрахунок трудозатрат на виконання ТО та ПР електротехнічного обладнання

Найменування електрообладнання	Технічна характеристика	Кількість для проводок, м.	Трудові затрати			
			ТО		ПР	
			На 1 од. Обладнання	Всього люд/год	На 1 од. обладнання	Всього люд/год
Двигуни до 1,1 кВт	0,37кВт	2	0,3	0,6	4,1	8,2
Двигуни	1,5кВт	5	0,4	2	4,0	20

до 3 кВт	2,2кВт	5	0,4	2	4,3	21,5
	3,0кВт	1	0,4	0,4	4,4	4,4
Двигуни до 5,5 кВт	4,0кВт	3	0,5	1,5	4,8	14,4
	5,5кВт	3	0,5	1,5	4,8	14,4
Двигуни до 11 кВт	11кВт		0,6	0,6	5,6	5,6
Двигуни до 40 кВт	37кВт		0,7	0,7	7,4	7,4
Автоматичні вимикачі різних типів	до50А	19	0,25	4,75	1,75	33,25
	до100А		0,3	0,3	2,0	2,0
	до260А		0,35	0,35	2,5	2,5
Магнітні пускачі різних типів	До10А	19	0,26	4,94	1,50	28,5
	До25А		0,28	0,28	1,58	1,58
	До50А		0,3	0,3	1,81	1,81
	До100А		0,3	0,3	2,1	2,1
Ел. нагрівачі	53кВт	1	1,4	1,4	9,6	9,6
Світильники	21шт	21	2,1	2,1	0,25	5,25
Кнопки управління		30	0,02	0,6	-	-
Силові щити	7гр	2	5,4	1,08	8,1	16,2
Освітлювальні щити	6гр	1	0,36	0,36	5,4	5,4
Силові електромережі	2,5 мм <sup>2</sup>	50	10	0,5	150	7,5
	4 мм <sup>2</sup>	30	4,8	0,144	72	2,16
Освітлювальні електромережі	2,5мм <sup>2</sup>	200	4,8	0,96	72	14,4
Всього: Річні трудовозатрати Qзаг				27,07	254,34	227,27

6.3. Планування технічного обслуговування та ремонту електрообладнання в пташнику.





Кнопки управління												X			
Освітлювачі		0,25	5,25									X			
Силова збірка освітлювальна		7,2	7,2									X			
Щитки		5,4	5,4									X			
Силові електропроводи		150	7,5									X			
Освітлювальні електропроводи	1	72	144									X			

Таблиця 6.4

**Графік технічного обслуговування електрообладнання пташника**

Найменування обладнання	К-сть ТО за рік	Трудомісткі		Виконання ТО по місяцям і дням											
		сть ТО люд/год		квітень			травень			червень					
		На од. обд.	Всього ТО	10.15	11.15	12.15	01.16	02.16	03.16	04.16	05.16	06.16			
Двигуни															
-0,37кВт	5	0,3	1,5		5-20				-10	0-28			5-20		-6
-2,5кВт	5	0,4	2,0		5-20				-10	0-28			5-20		-6
3,3кВт	5	0,4	2,0		5-20				-10	0-28			5-20		-6
-4,0кВт	5	0,5	2,5		5-20				-10	0-28			5-20		-6
-6,6кВт	5	0,5	2,5		5-20				-10	0-28			5-20		-6
Автоматичні вимикачі															
-до50А	4	0,25	2,0		5-30				5-30				5-31		5-30
-до100А	4	0,3	1,2		5-30				5-30				5-31		5-30

Магнітні пускачі												
-до10А	4	0,26	4,94		5-30		5-30		5-31		5-30	
-до25А	4	0,28	0,28		5-30		5-30		5-31		5-30	
-до50А	4	0,3	0,3		5-30		5-30		5-31		5-30	
-до100А	4	0,3	0,3		5-30		5-30		5-31		5-30	
Нагрівачі	4	1,4	1,4		5-30	-6	5-30	-6	5-31	-6	5-30	-6
Світильники	4	0,1	2,1		5-30	-6	5-30	-6	5-31	-6	5-30	-6
Кнопки управління	4	0,02	0,6		5-30		5-30		5-31		5-30	
Силовий щит	3	0,48	0,48			-6		4-28			-6	
Освітлювальний щит	3	0,36	0,36			-6		4-28			-6	
Силові мережі	2	10	0,5				-3			-2		
	2	4,8	0,14				-3			-2		
Освітлювальні мережі	2	4,8	0,96				-3			-2		
Всього:					1,1 2	,34	2,7	3,6	1,8	4,4	2,7	2,8
Всього за рік	113,14 люд-год											

## 7.1. Аналіз стану безпеки праці в господарстві.

На птахофермі функціонує служба охорони праці очолювана інженером з охорони праці.

Періодично проводяться різні види інструктажу: ввідний, первинний, повторний, позаплановий та поточний. Ввідний інструктаж проводять фахівці підприємства по своїм галузям. На робочому ж місці інструктаж проводять безпосередні керівники конкретних цехів.

Заходи із підтримання безпеки праці на птахофермі проводяться на згідно річного плану затверджених заходів. Ведуться журнали санітарно - технічного стану, журнал інструктажу по техніці безпеки. На працюючих місцях знаходяться інструкції з техніки безпеки.

Таблиця 7.1

### Показники виробничого травматизму

Показники травматизму	Позначення	2017	2018
Кількість працюючих	C	221	207
Кількість отриманих травм	T	3	2
Втрати працездатності	D	800	4
Частота травматизму	$Kч = T \cdot 1000 / C$	13,5	9,7
Тяжкість травм	$Kт = D / T$	2,6	2
Показники травматизму	$Kп = Kч \cdot Kт$	35,1	19,4

Проектований об'єкт відноситься до будівель із підвищеною небезпекою.

При проведенні монтажі електрообладнання на птахофермі необхідно:

-застосовувати герметичне пилонепроникне обладнання;

-все металеве обладнання та корпуси, в яких прокладена електропроводка та водопровідні труби мають бути надійно заземлені;

-у всіх щитах передбачається загальний вимикач чи закритий рубильник.

**7.2. Організаційні та технічні заходи щодо усунення небезпечних та виробничих факторів.**

Для запобігання дії небезпечних та шкідливих факторів розроблено ряд технічних та організаційних заходів.

Обслуговуючий персонал має бути одягнений в спецодяг та забезпечений засобами індивідуального захисту.

Під час проведення ремонтних робіт на щитах управління вивішуються плакати: „Не вмикати – працюють люди”

В разі нещасних випадків у диспетчерському приміщенні передбачено два комплекти медичних аптечок.

### 7.3. Вибір індивідуальних заходів захисту.

Для забезпечення гідних умов безпеки праці при обслуговуванні електроустановок передбачено забезпечення персоналу засобами захисту.

Необхідна кількість засобів індивідуального захисту у відповідності з вимогами ПТБ та ПТЕ розрахована в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2  
Засоби захисту обслуговуючого персоналу

Найменування	Марка	Од.вим.	К-сть.	Примітка
1. Штанга оперативна		шт	2	
2. Ключі вимірювальні	ШОУ10У1	шт	2	засоби захисту
3. Індикатор напруги	K-1000	шт	1	
4. Ключі вимірювальні	УНН-1	шт	2	зберігаються в шафі
5. Монтажний інструмент	Ц-91	ком	2	диспетчерської
6. Рукавиці діел.		пар	2	
7. Боти діелектричні	КСН4-2	пар	3	
8. Переносні заземлювачі 0,4 кВ		шт	4	
9. Килимок діелектр.		шт	3	
10. Плакати і знаки безпеки		шт	5	

### 7.4. Розрахунок заземлюючого пристрою.

Проектом передбачається розрахунок та монтаж заземлюючого приладу на ТП 10/0,4 кВ.

Вихідними даними для виконання розрахунків:

потужність підстанції 10/0,4 кВ,  $S_{\text{ТП}} = 630 \text{ кВа}$ ;

кількість ліній;

необхідна кількість повторних заземлювачів 12;

питомий опір верхнього шару землі,  $\rho_1 = 270 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ;

питомий опір нижнього шару землі,  $\rho_2 = 140 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ;

товщина верхнього шару ґрунту,  $h_1 = 3,5 \text{ м}$ ;

довжина повітряної лінії високої напруги 10 кВ,  $L_{\text{п}} = 7,5 \text{ км}$ ;

довжина кабельної лінії 10 кВ,  $L_{\text{к}} = 11 \text{ км}$ ;

площа природного заземлювача – фундамент будівлі ( $50 \text{ м}^2$ ),

переріз горизонтальних електродів  $40 \times 4 \text{ мм}$ ;

переріз вертикальних електродів  $l = 5 \text{ м}$ ;  $d = 0,012 \text{ м}$ .

Креслимо схему заміщення мережі 0,38 кВ

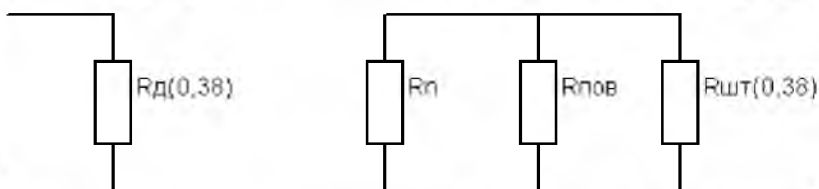


Рис. 7.1. Схема заміщення лінії 0,38 кВ.

Для розрахунків величини опору заземлюючого пристрою враховуємо еквівалентний питомий опір двошарового ґрунту і відповідно:

$$R_{\text{екв}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot l}{\rho_1 (t + k \cdot l - h_1) + \rho_2 (h_1 - t)} \quad (7.1)$$

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

$t$  – глибина розміщення електрода,  $t = 0,8 \text{ м}$ .

$$R_{\text{екв}} = \frac{270 \cdot 140 \cdot 1 \cdot 5}{270(0,8 + 1 \cdot 5 - 3,5) + 140(3,5 - 0,8)} = 219,51 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

НУБІП УКРАЇНИ

Тоді величина опору заземлюючого пристрою складе:

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

Розраховуємо величину опору який забезпечує залізобетонний фундамент споруди:

$$R_n \cong 0,5 \cdot \frac{p_{екв.ф}}{\sqrt{S_e}}, \quad (7.2)$$

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

НУБІП УКРАЇНИ

Значення  $p_{екв.ф}$  визначаємо згідно рівняння:

$$p_{екв.ф} = p_1 \left( 1 - e^{-\alpha \frac{h_1}{\sqrt{S_e}}} \right) + p_2 \left( 1 - e^{-\beta \frac{\sqrt{S_e}}{h_2}} \right), \quad (7.3)$$

де  $\alpha = 3,6$ ,  $\beta = 0,1$ , якщо  $p_1 > p_2$ .

НУБІП УКРАЇНИ

$$p_{екв.ф} = 270 \left( 1 - e^{-3,6 \frac{3,1}{\sqrt{50}}} \right) + 140 \left( 1 - e^{-0,1 \frac{\sqrt{50}}{3,1}} \right) = 284,2 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Тоді природній опір рівний,

$$R_n = \frac{0,5 \cdot 284,2}{\sqrt{50}} = 21,68 \text{ Ом}$$

НУБІП УКРАЇНИ

Опір  $R_{д(0,38)} = 9,2$  Ом згідно схеми заміщення забезпечується природним заземлювачем,  $R_n$ , штучним заземлювачем  $R_{шт}$  та опором усіх повторних заземлювачів ЛЕП 0,38 кВ.

НУБІП УКРАЇНИ

$$\frac{1}{R_{д(0,38)}} = \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_M} + \frac{1}{R_{пов}}. \quad (7.4)$$

Для розрахунку опору повторних заземлювачів складаємо схему ЛЕП 0,38 кВ.

НУБІП УКРАЇНИ

Величина сумарного опору усіх заземлювачів повітряної лінії 0,38 кВ не має перевищувати 23 Ом.

Розраховуємо загальний опір заземлюючів пристроїв на лінії 1:

НУБІП України

$$R_{n1} = \frac{1}{\frac{1}{R_{11}} + \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{13}} + \frac{1}{R_{14}}}$$

Оскільки  $R_{11} = R_{12} = R_{13} = R_{14}$ , то

$$R_{n1} = \frac{R_{n3}}{n_{\dot{E}1}} = \frac{30}{4} = 7.5 < 23 \text{ Ом,}$$

НУБІП України

де  $n_{\dot{E}1}$  — число повторних заземлювачів.

Аналогічно:

НУБІП України

$$R_{Л2} = \frac{R_{Л3}}{n_{Л2}} = \frac{30}{3} = 10 < 23 \text{ Ом;}$$

$$R_{Л3} = \frac{R_{Л3}}{n_{Л3}} = \frac{30}{5} = 6 < 23 \text{ Ом.}$$

Тоді сумарний опір всіх заземлювачів на ЛЕП 0,38 кВ складе:

НУБІП України

$$R_{нов} = \frac{R_{Л1} \cdot R_{Л2} \cdot R_{Л3}}{R_{Л1} \cdot R_{Л2} + R_{Л2} \cdot R_{Л3} + R_{Л1} \cdot R_{Л3}} = \frac{7,5 \cdot 10 \cdot 6}{7,5 \cdot 10 + 10 \cdot 6 + 7,5 \cdot 6} = 2,50 \text{ Ом (7.5)}$$

За відомими значеннями  $R_n$  та  $R_{нов}$ , визначаємо сумарне значення:

НУБІП України

$$R_{екв} = \frac{R_n \cdot R_{нов}}{R_n + R_{нов}} = \frac{20,09 \cdot 2,5}{20,09 + 2,5} = 2,22 \text{ Ом (7.6)}$$

Оскільки згідно вимог  $R_{екв} < R_{д}$ , то  $R_{шт(0,38)}$  вибираємо максимальне допустиме за ПУЕ:

НУБІП України

$$R_{шт(0,38)} = 30 \text{ Ом} \cdot R_{екв} = 64 \text{ Ом.}$$

Величину опору заземлюючого приладу визначаємо за рівнянням:

НУБІП України

$$R_{\partial 10} = \frac{125}{I_3} \leq 100 \text{ Ом}, \quad (7.7)$$

$$I_3 = \frac{U(L_n + 35L_k)}{350}, \quad (7.8)$$

де  $I_3$  – струм замикання на землю, А;  
 $L_n, L_k$  – протяжність повітряної і кабельної лінії електропередач напругою 10 кВ, км.

$$I_3 = \frac{10(200 + 35 \cdot 12,5)}{350} = 20,71 \text{ кА},$$

Відповідно,

$$R_{\partial 10} = \frac{125}{20,71} = 6,04 < 10 \text{ Ом}.$$

Оскільки  $R_n < R_{\partial 10}$ , то величина опору штучного контуру заземлення  $R_{шт10}$  визначаємо за схемою заміщення (рис. 7.2.) за формулою:

$$R_{шт10} = \frac{R_n \cdot R_{\partial 10}}{R_n - R_{\partial 10}} = \frac{21,68 \cdot 6,04}{21,68 - 6,04} = 8,68 \text{ Ом}. \quad (7.9)$$

Після проведення розрахунків та порівнявши отримані значення  $R_{шт}$  (0,38) і  $R_{шт10}$ , для подальших розрахунків приймемо значення  $R_{шт} = 8,68 \text{ Ом}$ .

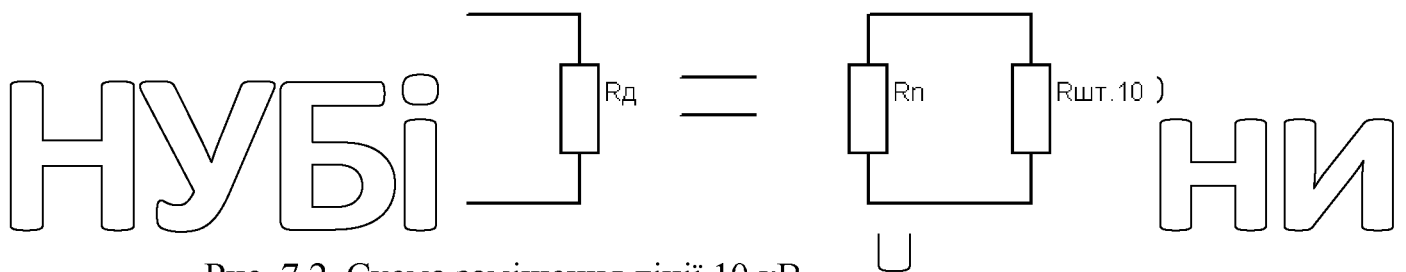


Рис. 7.2. Схема заміщення лінії 10 кВ.

Розраховуємо опори вертикальних та горизонтальних елементів контуру заземлення. Опір одного вертикального елемента визначаємо згідно рівняння:



$$R_{\epsilon} = \frac{K_c \cdot \rho_{\text{екв}}}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h+l}{2h-l} \right) \quad (7.10)$$

де  $d$  – діаметр стержня,  $d = 0,012$  м;

$h$  – відстань від поверхні землі до середини стержня, м;

$$h = t + 0,5l = 0,8 + 0,5 \cdot 5 = 3,3 \text{ м}; \quad (7.11)$$

$K_c$  – коефіцієнт, що характеризує коливання опору в сезонності,  $K_c = 1,15$ .

$$R_{\epsilon} = \frac{1,5 \cdot 219,51}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \left( \ln \frac{25}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,1 + 5}{4 \cdot 3,1 - 5} \right) = 78,498 \text{ Ом}.$$

Провідність розраховується згідно рівняння:

$$g = \frac{1}{R_{\epsilon}}, \quad (7.12)$$

$$g = \frac{1}{78,498} = 0,0127 \text{ Ом}^{-1}$$

Проводиться попередній розрахунок кількості вертикальних стержнів без

врахування екранування між ними:

$$n = \frac{R_{\epsilon}}{R_{\text{шт}}} = \frac{78,498}{8,64} = 9,08. \quad (7.13)$$

Для рівномірності розміщення приймаємо 12 стержнів.

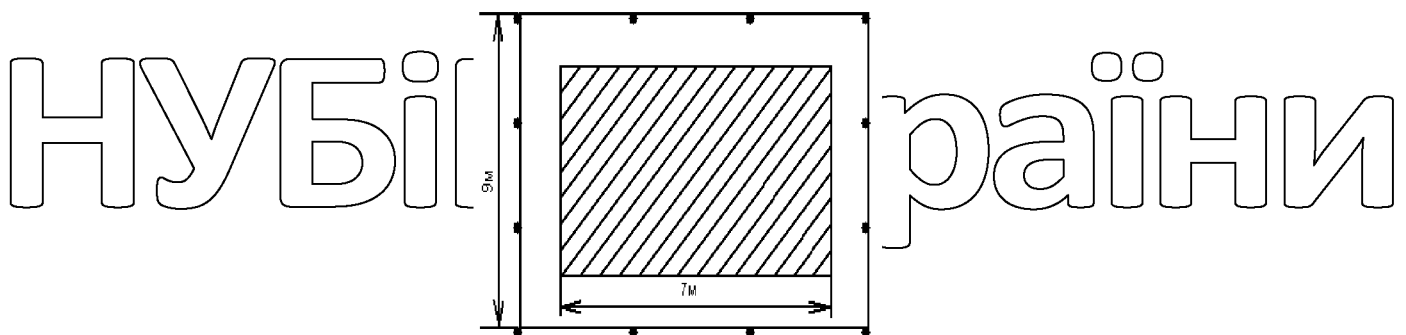


Рис. 7.3. Схема контуру заземлення

Довжина однієї сторони контуру заземлювача складає 9 м, тобто загальна довжина горизонтальних елементів складе  $l_2 = 36$  м.  
 Для розрахунку опору горизонтальних елементів в визначимо еквівалентний опір поверхневого шару ґрунту  $\rho_{e2}$ .

1.  $\frac{\rho_1}{\rho_2} = 1$ ;  $h = 3,1$  м;  $l_2 = 36$  м; між  $l_2 = 30$  м і  $l_2 = 40$  м;

2.  $\frac{\rho_{e2}}{\rho_2} = 1,5 - \frac{1,5 - 1,48}{40 - 30} (36 - 30) = 1,488$ .

3.  $h_1 = 3$  м;  $l_2 = 36$  м;  $\rho_1, \rho_2 = 1,88$  між  $\rho_1/\rho_2 = 1$  і  $\rho_1/\rho_2 = 5$

$\frac{\rho_{e2}}{\rho_2} = 1,488 - \frac{3,776 - 1,488}{5 - 1} (1,88 - 1) = 1,99$ .

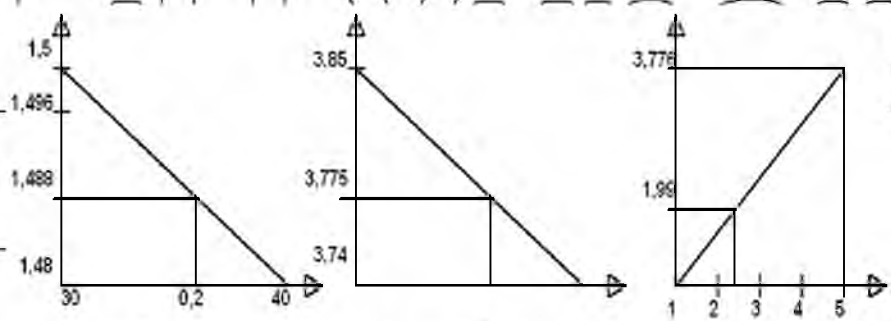


Рис. 7.4. Лінійна інтерполяція  $\rho_{e2}/\rho_2$ .

Опір горизонтального елемента заземлюючого контуру буде рівним:

$R_1 = \frac{k_c \cdot \rho_{en}}{2\pi t} \cdot \ell_n \frac{2\ell_2}{B \cdot t} = \frac{2,0 \cdot 257,1}{6,28 \cdot 36} \ln \frac{2 \cdot 36}{0,04 \cdot 0,8} = 25,70$  м (7.14)

Провідність горизонтальних елементів складе:

НУБІП України

$$g_p = \frac{1}{R_r} = 0.0389 \text{ Ом}^{-1}$$

Значення коефіцієнта використання приймаємо з довідкових таблиць,

НУБІП України

шляхом послідовної лінійної інтерполяції  $h1/1 = 0,6$ ;

$$a/1 = 1,8; \quad p1/p2 = 7; \quad n = 4;$$

1.  $p1/p2 = 3; \quad n = 4; \quad h1/1 = 0,5; \quad a/1 = 1$  і  $a/1 = 2;$

$$n = 0.631 + \frac{0.670 - 0.631}{2 - 1} (1.8 - 1) = 0.662.$$

НУБІП України

2.  $p1/p2 = 3; \quad n = 4; \quad h1/1 = 0,5; \quad a/1 = 1,6$  між  $a/1 = 1$  і  $a/1 = 2;$

$$n = 0.607 + \frac{0.655 - 0.607}{2.0 - 1} (1.8 - 1) = 0.645.$$

3.  $p1/p2 = 3; \quad n = 4; \quad a/1 = 1,6; \quad h1/1 = 0,6$  між  $h1/1 = 0,5$  і  $h1/1 = 1;$

НУБІП України

$$n = 0.662 + \frac{0.662 - 0.645}{1 - 0.5} (0.6 - 0.5) = 0.658.$$

4.  $p1/p2 = 10; \quad n = 4; \quad h1/1 = 0,5; \quad a/1 = 1,8$  між  $a/1 = 1$  і  $a/1 = 2;$

$$n = 0.739 + \frac{0.79 - 0.739}{2 - 1} (1.8 - 1) = 0.78.$$

НУБІП України

5.  $p1/p2 = 10; \quad n = 4; \quad h1/1 = 1,0; \quad a/1 = 1,8$  між  $a/1 = 1$  і  $a/1 = 2;$

$$n = 0.722 + \frac{0.761 - 0.722}{2 - 1} (1.8 - 1) = 0.753.$$

6.  $p1/p2 = 10; \quad n = 4; \quad a/1 = 1,8; \quad h1/1 = 0,6$  між  $h1/1 = 0,5$  і  $h1/1 = 1;$

НУБІП України

$$n = 0.78 + \frac{0.78 - 0.753}{1 - 0.5} (0.6 - 0.5) = 0.775.$$

7.  $n = 4; \quad h1/1 = 0,6; \quad a/1 = 1,8; \quad p1/p2 = 7$  між  $p1/p2 = 3$  і  $p1/p2 = 10;$

$$n = 0.658 + \frac{0.775 - 0.658}{10 - 3} (7 - 3) = 0.725.$$

НУБІП України

Загальний опір штучного контуру заземлення трансформаторної підстанції буде рівний:

$$R_{\text{sum}} = \frac{1}{n(n \cdot p_B \cdot p_n)} = \frac{1}{0.725} \cdot (12 \cdot 0.0366 \cdot 0.0389) = 7.44 \text{ Ом} < 8.64 \text{ Ом} \quad (7.15)$$

Загальний опір заземлюючого контура із врахуванням природного заземлювача та повторних заземлювачів повітряної лінії складе:

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_{\text{штн}}} + \frac{1}{R_{\text{нов}}} = \frac{1}{21.68} + \frac{1}{7.44} + \frac{1}{2.5} = 0.596 \text{ Ом}^{-1}$$

Тоді  $R_3 = 1,71 < 4 \text{ Ом}$ , що відповідає вимогам ПУЕ.

## 7.5. Пожежна безпека.

В приміщенні птахоферми передбачається установка протипожежного щита з комплектом необхідного інвентаря.

Найкращими заходами попередження пожежі є своєчасне виявлення пошкодженої ізоляції електрообладнання, будь-яких неполадок електрообладнання чи інших пошкоджень.

Головне пам'ятати, що розпочинати газіння електроустановок дозволяється лише після знеструмлення ліній та лише вуглекислотними чи порошковими вогнегасниками.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 8.

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ.

Узагальним показником ефективності капітальних вкладень в розвиток та оновлення електротехнічного обладнання є зведені розрахункові витрати, які враховують додаткові річні експлуатаційні витрати та частку капітальних вкладень за один рік експлуатації.

Зведені витрати визначають за рівнянням:

$$Z_{зв} = e_n K + C, \quad (8.1)$$

де  $Z_{зв}$  - зведені витрати, грн./рік;

$e_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності,  $\% = 0,15$  рік<sup>-1</sup>;

$K$  - капітальні витрати за розрахунковий період, грн.;

$C$  - витрати на експлуатацію протягом року, грн./рік.

Капітальні витрати на встановлення системи автоматичного регулювання швидкістю обертання вентиляторів:

$$K = K_3 + K_{ТТ} + K_M + K_I \quad (8.2)$$

де  $K_3$  - вартість технічних засобів системи, грн.;

$K_{ТТ}$  - торгівельні, транспортні та складські витрати, грн.;

$K_M$  - вартість монтажних робіт, грн.;

$K_I$  - інші непередбачені капітальні витрати, грн.

Вартість технічних засобів визначають за довідковою літературою при цьому вони включають:

$$K_3 = K_{ДАТ} + K_P + K_{ДОЗ} + K_{ДВ}, \quad (8.3)$$

де  $K_{ДАТ}$  - вартість датчика,  $K_{ДАТ} = 400$  грн.;

$K_P$  - вартість частотного регулятора FR-S520S-0.75K,  $K_P = 4800$  грн.;

$K_{\text{Доз}}$  - вартість вентилятора,  $K_{\text{Доз}} = 2400$  грн.;  
 $K_{\text{Дв}}$  - вартість двигуна,  $K_{\text{Дв}} = 600$  грн.

# НУБІП України

Вартість технічних засобів складає:

$K_3 = 400 + 4800 + 2400 + 600 = 8200$  грн.

# НУБІП України

Торгівельні та транспортні витрати приймають рівними 11% від вартості технічних засобів:

$$K_{\text{ТТ}} = 0,11K_3 = 0,11 \cdot 8200 = 902 \text{ грн.}$$

(8.4)

# НУБІП України

(7.4)

Витрати на монтажні роботи потрібно визначати за діючими кошторисами на монтажні роботи. Витрати на монтаж складають 15...20% від вартості технічних засобів, що потрібно встановити.

# НУБІП України

$$K_M = 0,17K_3 = 0,17 \cdot 8200 = 1394 \text{ грн.}$$

(8.5)

# НУБІП України

(7.5)

# НУБІП України

Інші непередбачені витрати приймають 2% від вартості технічних засобів:

$$K_I = 0,02K_3 = 0,02 \cdot 8200 = 164 \text{ грн.}$$

(8.6)

# НУБІП України

# НУБІП України

(7.6)

# НУБІП України

Величина капітальних витрат складає:

$$K=8200+902+1396+164=10660\text{грн}$$

Річні витрати на експлуатацію складають:

# НУБІП України

(8.7)

$$C=C_3+C_A+C_{\text{ПР}}+C_E+C_I$$

# НУБІП України

(7.7)

# НУБІП України

де:  $C_3$  - оплата праці обслуговуючого персоналу, грн./рік;

$C_A$  - відрахування на амортизацію (включаючи на капітальний ремонт),  
грн./рік;

$C_{\text{ПР}}$  - витрати на поточний ремонт, грн./рік;

$C_E$  - оплата електроенергії, грн./рік;

$C_I$  - інші непередбачені витрати, грн./рік.

# НУБІП України

# НУБІП України

Додаткова оплата роботи персоналу, яка пов'язана із експлуатацією системи автоматичного регулювання, не передбачається. Обслуговування

даного виду обладнання закріплено за існуючим штатом працівників.

Витрати на амортизацію визначають:

$$C_4 = 0,142K = 0,142 \cdot 10660 = 1514 \text{ грн./ рік.}$$

(8.8)

НУБІП України

(7.8)

Витрати на ремонт можуть скласти:

$$C_{\text{пр}} = 0,18K = 0,18 \cdot 10660 = 1918 \text{ грн./ рік.}$$

(8.9)

НУБІП України

(7.9)

Витрати на енергоресурси:

$$C_B = P_{\text{уст.б}} \cdot \text{ЦЕ}$$

(8.10)

НУБІП України

НУБІП України

(7.10)



де  $P_{уст.Б}$  - потужність привода вентилятора,  $P_{уст.Б} = 0,37$  кВт,

$\Gamma$  - тривалість годин роботи,  $\Gamma = 300 \cdot 8 = 2400$  год.,

$\Pi_E$  - вартість електроенергії,  $\Pi_E = 2,05$  грн./кВт·год.).

Інші непередбачені витрати складають:

$$C_I = 0,01(C_A + C_{HP}) = 0,01(1514 + 1918) = 34 \text{ грн./ рік.} \quad (8.11)$$

Таким чином річні експлуатаційні витрати становитимуть:

$$C = 1514 + 1918 + 34 = 3466 \text{ грн./ рік.}$$

Загальні зведені витрати складають:

$$Z_{зв} = 0,15 \cdot 10660 + 3466 = 5065 \text{ грн./ рік.}$$

Прибуток отримується за рахунок економії електричної енергії:

$$\Pi = P_{уст} \Gamma \Pi_E \Delta \Gamma = 15,5 \cdot 2400 \cdot 2,05 \cdot 0,2 = 15252 \text{ грн./ рік.} \quad (8.12)$$

де:  $P_{уст}$  - установлена потужність вентиляційної установки, кВт;

$\Delta \Gamma$  - економія часу енергоспоживання при автоматизації,  $\Delta \Gamma = 20\%$ .

Термін окупності буде рівним:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi} = \frac{10660}{15252} = 0,69 \text{ року.} \quad (8.13)$$

Розраховуємо коефіцієнт ефективності капіталовкладень:

$$e_p = \frac{\Pi}{T_{ок}} = \frac{1}{0,69} = 1,45. \quad (8.14)$$

Виконуємо порівняння розрахункового коефіцієнта  $e_p$  із нормативним

$e_n$ .

У випадку якщо розрахунковий коефіцієнт більший від нормативного, впровадження даних технічних засобів є ефективним:

$$e_p = 1,45 > e_n = 1,15. \quad (8.15)$$

Що й потрібно було визначити.

### **Висновки.**

Під час виконання магістерської роботи розраховано та обрано сучасне електрообладнання, яке використовується для забезпечення виконання технологічних процесів на птахофермі, а саме видалення гною, годівля, вентиляція та опалення приміщень, водопостачання, освітлення.

Обладнання, яке забезпечують виконання перелічених технологічних процесів максимально автоматизовані та мінімізує втручання робочого персоналу в технологічний процес. Впровадження новітнього обладнання та технологій дозволяє заощадити значні кошти, знизити собівартість продукції та підвищити прибутки підприємства.

Під час виконання роботи було обрано електродвигуни для електроприводів, пуско-захисну апаратуру, проведено розрахунок освітлення і обрано необхідне освітлювальне обладнання, проведено розрахунок електропостачання будівлі. Розроблено автоматизовану систему керування освітленням із забезпечення сучасних вимог підтримання світлових режимів у пташнику. Для забезпечення ефективного управління системою освітлення використовується багатофункціонального реле РВВ-302.01.

Передбачено заходи з технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання. Розроблено заходи захисту персоналу та створення комфортних умов праці.

Техніко-економічними розрахунками підтверджено, що впровадження сучасних новітніх технологій у виробництво дозволяє значно інтенсифікувати процеси та підвищити економічну ефективність виробництва.

#### Список використаної літератури.

1. Марченко О.С. „Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві” О. С. Марченко. К.: Урожай, 1995.

2. Іноземцев Г.Б. „Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі. Навчальний посібник / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський, М.Т. Лут, І.П. Радько, О.Ю. Синявський -2-е вид., перероб. і доп. – К.: Аграр Медіа Груп, 2014. – 526 с..

3. Гевент І.І. „Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств ”: Навчальний посібник для студентів вищих аграрних закладів освіти 3-4 рівнів акредитації. За редакцією І. І. Гевента – К.: Урожай, 1999.

4. Єрмолаєв С.О. „Експлуатація енергообладнання.” С. О. Єрмолаєв, В. О. Мунтян. К.: Мета, 2003.

5. Єрмолаєв С. О. Проектування систем електропостачання в АПК / С.О. Єрмолаєв, В.Ф. Яковлев, В.О. Мунтян. – Мелітополь.: Люкс, 2009. – 568 с.

6. Притока І. П. „Електрообладнання сільського господарства”. Притока І. П.

7. Пістун І.Н. “Охорона праці в галузі сільського господарства” .  
Навчальний посібник / І.П. Пістун, А.П. Березовецький, Є.А. Березовецький /  
Вид-во: ВТД “Університетська книга” - 2009. – 368 с.

8. Ревенко І. І. Механізація і автоматизація тваринництва / І.І. Ревенко. – К.  
.: Віща освіта, 2004. – 399 с.

9. Марченко, О.С. Довідник по монтажу і налагодженню  
електрообладнання в сільському господарстві [Текст] / О.С. Марченко. -К.:  
Урожай, 1994. - 238 с.

10. Червінський Л.С., Електричне освітлення та опромінення / Л.С.  
Червінський, Л.О. Сторожук. – К.: «Аграр Медіа Груп», 2011. – 214 с.

11. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів – Вид.  
офіц. – К., 2013.

12. Козловская В.Б. Электрическое освещение: Справочник / В.Б.  
Козловская, В.Н. Радкевич, В.И. Сапужевич. – Минск:  
Техноперспектива, 2007. – 255 с.

13. Трисвятский Л. А. Хранение зерна. – М.: Колос, 1966. – 408 с.

14. Іноземцев Г. Б. Дипломне проектування енергетичних та  
електротехнічних систем в АПК / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський, М.Т.  
Лут. – К.: «Аграр Медіа Груп», 2014. – 526 с.

15. Г.Б. Іноземцев Фізико-технологічні та електрофізичні властивості  
сільськогосподарських продуктів і матеріалів: Навч. Посібник / Г.Б. Іноземцев,  
Л.С. Червінський, О.М. Берека, О.В. Окушко; За ред.. Г.Б. Іноземцева. 2-е вид.,  
доп. і перероб. – К: Аграр Медіа Груп, – 2012 – 190 с.

16. О.М.Берека. “Знезаражуюча обробка води в електричному полі високої  
напруженості”. / О.М. Берека, С.М. Усенко. – К.: ЦНІ КОМПРИНТ, 2014 – 190с.

17. Alпов R. S. The linear oscillating elektrodrive with improved technology –  
ecological indictz / R. S. Alпов, N. A Belova, A. M. Pugin // Proceedingz of  
international scientific-technical conference on Unconventional Electromechanical  
and Electrotechnical Systems. – Szczecin, 1995. – P. 35 – 40.

18. Pugin A. M. Elaboration of ozenization systems for rendering harmless  
multiparametrik technological processes with regard for disturbing effects (on the  
example of poultry breeding technological processes) / A. M. Pugin, V.N. Golovanov  
// International conference of the european-african-australasian group in conjunction  
with ecwatech. – M. : Russia, 1998. – P. 467 – 483.

НУБІП України