

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

02.08 – МР.2066 «С» 2021.12.08 026 ПЗ

**Солонюк Олег Дмитрович**

**2022**

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

УДК 631.171:621.311

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження

проф., д.т.н.

вчене звання, науковий ступінь

/КАПЛУН В.В./

підпис

» \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.  
число місяць рік

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри  
електротехніки, електромеханіки  
та електротехнологій

доц., к.т.н.

вчене звання, науковий ступінь

/ОКУШКО О.В./

підпис

» \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.  
число місяць рік

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ  
ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ТА КОРМІВ НА ПТАХОФЕРМІ»

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(код і назва)

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(назва)  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Савченко В.В.

(ПІБ)

Керівник магістерської роботи

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Усенко С.М.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Солонюк О.Д.

(ПІБ)

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
електротехніки, електромеханіки  
та електротехнологій

К.Т.Н., доцент /ОКУШКО О.В./  
науковий/ступінь, вчене звання підпис ПІБ  
" " 2022 року  
число місяць рік

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТУ**

**Солонюку Олегу Дмитровичу**

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Розроблення та дослідження  
електротехнології знезараження питної води та кормів на птахофермі»

затверджена наказом ректора НУБіП України від " 08 " 12 2021 р. № 2066 "С"

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2022.11.01

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи:

- Результати науково-дослідницької роботи кафедри ЕЕЕ.
- Публікації співробітників кафедри ЕЕЕ.
- Результати навчально-дослідницької практики.
- Система ПЗР і ТО електрообладнання сільськогосподарських підприємств.
- Нормативні документи: ПУЕ, ПТЕЕС та ПБЕЕС, ДСТУ, ДБН тощо.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- Аналітична частина. Стан експлуатації електротехнічного обладнання.
- Технологічна частина. Експлуатація енергетичного обладнання.
- Електротехнічна частина. Проектування електрифікації та автоматизації технологічних процесів у пташнику.
- Розробка питань електропостачання та енергозбереження.
- Дослідницька частина. Розробка та дослідження електротехнологічної системи очистки питної води та кормів.
- Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Перелік графічного матеріалу (за потреби) \_\_\_\_\_

Дата видачі завдання " 04 " лютого 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи Усенко С.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання Солонюк О.Д.  
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

## Реферат

Магістерська робота: 124 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 собівартість.

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

**Предмет дослідження.** Технічні характеристики та закономірності системи електрообладнання і засобів автоматичного управління 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 на тему: "Розроблення та дослідження електротехнології знезараження питної води та кормів на птахофермі" 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 провада, кабелі та світлові прилади.

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;
- Обрахунок та вибір електротехнічного обладнання різних технологічних процесів на птахофермі;
- Розрахунок доцільності використання пристроїв знезараження зерна;
- Обрахунок електроосвітлення і вибір освітлювальних установок;
- Обрахунок к електричних навантажень, вибір джерел живлення і обрахунок 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

# 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. Характеристика пташника.

## РОЗДІЛ 2. Вибір технологічного та розрахунок електротехнічного обладнання.

2.1. Вибір технологічного обладнання.

2.2. Розрахунок системи водопостачання.

2.3. Розрахунок освітлення пташника.

2.3.1. Розрахунок освітлювальних мереж.

2.3.2. Розрахунок та вибір апаратів керування і захисту освітлювальних мереж.

2.3.3. Опромінення птиці.

2.3.4. Керування освітленням за допомогою мікропроцесорного реле РЕВ 302.01.

2.4. Розрахунок вентиляційної установки.

2.4.1. Розрахунок вентиляції за вмістом вуглекислого газу.

2.4.2. Розрахунок вентиляції по вмісту вологи.

2.4.3. Розрахунок вентиляції по виділенню тепла.

2.4.4. Розрахунок системи опалення.

2.5. Розрахунок і вибір електропривода.

2.5.1. Вибір електродвигуна за потужністю.

2.5.2. Розрахунок і побудова механічної характеристики електродвигуна.

2.5.3. Визначення тривалості пуску електродвигуна.

2.5.4. Перевірка вибраного електродвигуна на перегрівання під час пуску.

2.5.5. Вибір електродвигуна за електричними модифікаціями, конструктивним виконанням, ступенем захисту від дії оточуючого середовища.

2.6. Вибір силових проводок.

## РОЗДІЛ 3. Розробка системи обробки води та знезараження кормів з використанням озоногенераторів матеріалу як складової комбікорму.

3.1. Застосування озоногенераторів для підготовки питної води та знезараження кормів

3.2. Знищення токсинів

3.3. Розробка технологічної схеми установок для підготовки питної води та знезараження кормів.

3.4. Синтез озону

3.5. Дослідження ефективності очищення води та знезараження кормів за допомогою озонування

#### **РОЗДІЛ 4. Електропостачання птахоферми**

4.1. Розрахунок електричних навантажень

4.2. Вибір джерела живлення

4.3. Перевірка захисної апаратури на спрацювання при однофазному та трифазному короткому замиканні.

#### **РОЗДІЛ 5. Рекомендації з монтажу електрообладнання.**

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

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

5.3. Планування технічного обслуговування і ремонту електротехнічного обладнання пташника.

#### **РОЗДІЛ 6. Заходи з охорони праці**

6.1. Аналіз стану безпеки праці в господарстві.

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

6.3. Вибір індивідуальних заходів захисту.

6.4. Розрахунок заземлюючого пристрою.

6.5. Блискавкозахист.

6.6. Пожежна безпека.

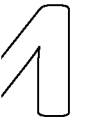
#### **РОЗДІЛ 7. Техніко-економічна оцінка інженерних рішень.**

Висновки.

Список використаної літератури.

Н

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



А - Ампер;

В - Вольт;

Вт - Ват;

Н

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;

Н

р. - рік;

рис. - рисунок;

с. - секунда;

САК - система автоматичного керування;

табл. - таблиця;

ТО - технічне обслуговування;

Н

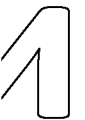
ТП - трансформаторна підстанція;

у.о. - умовна одиниця;

ФГ - фермерське господарство;

ШІМ - широтно-імпульсний модулятор;

Я - ящик.



НУБІП України

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 умов 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 птахофермі, який забезпечить підвищення ефективності технологічних процесів, якість продукції та зменшить собівартість.

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

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

**Методи дослідження.** При розв'язанні задач, висвітлених у магістерській роботі, застосовані методи 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 рівняння. Дослідницькі випробування в лабораторіях проводилися на виробничих установках.

Випробування проводилися з використанням новітніх методів вимірювання та обробки отриманих результатів досліджень за допомогою ПК у програмному середовищі "Mathcad 15.1". Застосування перелічених методів дозволило забезпечити якісні результати виконання роботи.

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 1.

# АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА

### 1.1. Виробничо-господарська характеристика

Господарство ТОВ "Маяк" Полонського району, Хмельницької

області, знаходиться в 15 км від обласного центру. Господарство знаходиться в зоні помірною клімату. Середня температура повітря зимою -10°C, літом +19°C, середня швидкість вітру в даній території -10 м/с.

Виробниче направлення господарства - м'ясомолочне та рослинництво.

В господарстві працює 250 чоловік.

Економічні показники господарства наведені в таблицях 1.1-1.5

Таблиця 1.1

**Землевикористання ТОВ "Маяк" на 1.08.22. р.**

НАЗВА УГІДЬ	ПЛОЩА, га.
Загальна земельна площа	7600
Всього сільськогосподарських угідь	5526
із них риллі	2175
сінокоси	1750
Пасовища	839
Осушених земель	762

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 1.2.

### Поголів'я тварин в господарстві

НАЗВА	ОДИНИЦІ ВИМІРУ	ФАКТИЧНО НА 1.08.22р.
Молочне стадо корів	голів	250
Молодняк на відгодівлі	голів	900
Свині	голів	500

Таблиця 1.3.

### Продуктивність тварин

НАЗВА	ОДИНИЦІ ВИМІРУ	ФАКТИЧНО НА 1.08.22р.
Середньорічний удій від 1 корови	л	4350
Середньодобовий приріст: ВРХ	кг	603
Свині	кг	483
Отримано телят	голів	400

Таблиця 1.4.

### Вихід продукції тваринництва і її собівартість

НАЗВА	ОД. ВИМІРУ	ВИХІД ПРОДУКЦІЇ	СОБІВАРТІСТЬ
			всього тис.грн.
Молоко	ц	22324	719
Приплід	ц	168	37
Приріст молодняка і худоби на відгодівлі	ц	16650	3066
Свинарство	ц	4476	580
Всього по тваринництву	ц	1447	5024



Н лінії 0,38 кВ у відмінному стані і виконане згідно вимогам ПУЄ, відстань між заземляючими пристроями не більше 100 м.

Н Блискавкозахист приміщень зроблено з стержневих блискавковідводів і сітки. Стан блискавкозахисту незадовільний, частина приміщень без блискавкозахисту взагалі. Для керування і захисту електроприводів

Н використано пускозахисну і комутаційної апаратуру. Стан пускозахисної і комутаційної апаратури задовільний.

У господарстві електрифіковано такі виробничі процеси:

а) в рослинництві:

НУ - передпосівна очистка і сортування зерна;  
- завантажування та протравлення зерна;  
- післякомбайнова очистка зерна;  
- сушка зерна.

б) в тваринництві:

НУ - прибирання гною;  
- водопостачання;  
- підігрів води (частково);  
- кормоприготування;

в) в майстернях:

НУ - вентиляція;  
- електропривід верстатів і ручного інструменту;  
- привід підйомних пристроїв та механізмів;

Н Освітлювальні та силові проводки приміщень господарства, обладнання для верстатів, ручний інструмент знаходяться у хорошому стані, у майстернях є декілька зварювальних апаратів різних марок. Корпуси усіх електроприводів заземлені..

Н Таблиця 1.6.

## Дані про стан електрифікації господарства.

Назва	Кількість (шт)	Потужність
Загальна кількість ТП	14	3090 кВА
Всього електростанцій	2	75 кВт
В т.ч. пересувних	1	37,5 кВт
Електродвигуни	812	3486 кВт
Електроустановки, обслуговуючі виробничі процеси	32	424 кВт
Довжина мереж	46 км	-

Витрати на оплату електроенергії в 2022 році склала 990 тисяч гривень, в тому числі:

- а). в рослинництві 300 тис. грн. б). в тваринництві 690 тис.грн.

### 1.3. Характеристика пташника.

Птахоферма спеціалізується на вирощування молодняка птиці. В усіх пташниках передбачена робота технологічного обладнання для забезпечення наступних операцій: прибирання посліду, вентиляція та опалення приміщення, роздавання кормів і напування курей.

Водопостачання забезпечується від загальногосподарського водопроводу.

Вентиляція пташників забезпечується вентиляційними установками, яка в холодний період року працює сумісно з опалювальною установкою ГТГ

2.5А.

Будівля пташника споруджена із цегли і має наступні параметри:

- довжина 90м
- ширина 18м
- висота ( $h_c/h_p$ ) 3,1м

Пташник розміщений у Київській області. Розрахункова зовнішня температура для проектування системи опалення складає  $-20^{\circ}\text{C}$ , температура в приміщенні  $+16^{\circ}\text{C}$ .

## РОЗДІЛ 2.

### ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.

#### 2.1. Вибір технологічне обладнання.

Для пташника з клітковим утриманням кількістю 10000 голів приймаємо будівлю пташника розміром 12 x 48 м. Відповідно до розмірів будівлі вибираємо 3 кліткові батареї в 3 яруси та по 420 кліток КБК-Н-3. Враховуючи розміри кліткових батарей та кліток фактична кількість птиці становить 10080.

Кліткова батарея КБК-Н-3 входить в комплект устаткування вмісту птиці і призначена для вмісту промислового стада курей-несучок в закритих приміщеннях з регульованим мікрокліматом і може використовуватися у всіх природно-кліматичних зонах. Комплектність батареї забезпечує повну механізацію основних технологічних процесів при вмісті курей-несучок: роздачі корму, напування, прибирання посліду, збору яйця. Кліткова батарея КБК-Н-3 являє собою багатоярусний металевий набірний поярусно-каркас, що складається з розташованих симетрично відносно подовжньої осі батареї кліток, і з стійками приводів механізмів, розташованих в торцях батареї.

Ланцюгова система годування має загальний для всіх ярусів приводи, що розташовані поярусно в передній частині батареї.

Система напування забезпечує подачу води птиці, що знаходиться в клітках батареї і є системою ліній пластикових труб, з ніпельними напувалками встановленими по центру клітки на кожному з ярусів.

Ланцюгова система годування має загальні для всіх ярусів приводи, що розташовані поярусно в передній частині батареї.

Таблиця 1/1

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

Ланцюгова система годування має загальні для всіх ярусів приводи, що розташовані поярусно в передній частині батареї.

Система напування забезпечує подачу води птиці, що знаходиться в клітках батареї і є системою ліній пластикових труб з ніпельними напувалками, які встановлені по центру клітки на кожному з ярусів.

Система обробки яєць ЛОЯ-7,2 за допомогою транспортерів розташованих попарно на кожному ярусі батареї забезпечує переміщення яєць до переднього торця батареї. Після цього яйце вертикальним елеваторним типом подається на склад та в подальшому піддається сортуванню.

Годівля птиці здійснюється повнораціональними кормами, які доставляються із складу. Із бункера сухих кормів, корм подається на горизонтальний транспортер КУТ-3В з потужністю 7,5 кВт, звідки далі поступає в кормороздавачі кліткових батареї.

Гній з кожного яруса кліткової батареї прибирається скребковими механізмами МПС-6М потужність яких складає 1,5 кВт. З приміщення гній видаляється транспортером НКЦ 07-12 потужністю 3 кВт шляхом завантаження в транспортні засоби для подальшої утилізації.

## 2.2 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання.

При виборі водопідіймального обладнання (насоса) враховують фактори, що характеризують особливості експлуатації систем водопостачання сільськогосподарського призначення: вид, глибину залягання і дебіт джерела води, тип та розміри водозабірних пристроїв, можливості енергозабезпечення та автоматизації, якість води та характер споживання.

Насоси «Водолій» типу БЦПЗ працюють при повному заглибленні корпусу в перекачуване середовище. Область застосування вимагає надійної ізоляції електропроводки. В конструкції застосовуються такі матеріали, як нержавіюча сталь, латунь та харчова пластмаса. Насоси служать для підйому води із скважин і вирізняються високим напором. Насоси вирішують дуже важливу проблему водопостачання, оскільки звичайний побутовий агрегат, встановлений на "суші", не в змозі забезпечити подачу води з великих глибин (його максимальна висота "всмоктування", як правило, не перевищує 7 м).

Вибираємо центробіжний свердловинний насос БЦПЗ-0,5 - 63У:

Таблиця 2.2

Характеристики насоса БЦПЗ-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

Споживання води на птахофермі протягом доби відбувається нерівномірно: то помірно зростає, то значно зменшується. Для узгодження роботи насосних станцій з нерівномірним режимом витрат води в системі водопостачання передбачені спеціальні водонапірні башти. Вони створюють необхідний запас води і цим підтримують сталий режим водорозбірних пристроїв у період зупинки насоса, при усуненні аварій, гасінні пожежі тощо. По даним розрахунків вибираємо безшатрову водонапірну башту Рожновського типу БР-15У.

Для автоматичного місцевого і дистанційного керування роботи свердловини використовується комплектний пристрій „Каскад”. В нашому випадку потрібно керувати роботою електродвигуна центробіжного свердловинного насоса БЦПЭ-0,5 - 63У. За технічними характеристиками насоса приймаємо пристрій типу „Каскад” 1-0-У2 з ящиком керування типу ЯГ5102-2А7Б1У2.

Життєдіяльність і продуктивність курей тісно пов'язана з умовами зовнішнього середовища і перебуває під впливом цих умов. В залежності від того, наскільки умови середовища відповідають потребам птиці, таким буде і результат. Ці умови досить різноманітні. До них відносяться: температура, вологість, швидкість руху повітря в зоні перебування птиці, його збагаченість киснем, вмісту шкідливих для організмів газів (вуглекислий газ, аміак, сірководень) і механічних домішок (запиленість). Всі ці фактори визначають мікроклімат у приміщенні. Стан мікроклімату залежить не тільки від атмосферних погодних умов, невеликою мірою також залежить від конструкції пташника, матеріалів, використаних в будівництві, системи вентиляції, опалення, технології (системи) утримання птиці, щільності посадки птиці, рівня повсякденного догляду за птицею, її віку, сезону й погоди.

Температура повітря - один з основних факторів мікроклімату, що впливає на теплорегуляцію організму і ступінь обміну речовин. Відхилення температури повітря від рекомендованої призводять до порушення фізіологічних процесів в організмі, споживання кормів, води, зниження продуктивності і навіть до загибелі.

Особливо чутливий до порушення температурного режиму молодняк птиці в перші 10-20 днів життя, так як терморегуляція у нього недостатньо розвинена. Вологість повітря в пташниках знаходиться в прямій залежності від температури. Чим вище температура повітря, тим більше молодняк здатний поглинути вологу, і навпаки. Зазвичай, в приміщеннях визначають відносну вологість, яка виражається у відсотках до максимальної здатності повітря насичуватися вологою при даній температурі і нормальному (760 мм рт. ст.) тиску. Основними джерелами вологи в пташниках є сама птиця і її виділення. Волога випаровується з посліду, поїлок, годівниць, вона може проникати в приміщення через стіни, підлогу, стелю при поганій вологоізоляції.

Для птиці шкідлива як надлишкова, так і низька вологість повітря. І в тому і в іншому випадку порушується тепловий баланс між птахом і

середовищем, що призводить до таких небажаних явищ, як зниження продуктивності та погіршення опірності організму до захворювань.

Швидкість руху повітря є одним з важливих факторів, що впливає на продуктивність курей. В приміщеннях для птиці повітря знаходиться в постійному русі. Переміщенню повітряних мас сприяють: різниця між температурою тіла птаха і температурою повітря приміщення, між температурою в пташнику і температурою зовнішнього повітря, пристрій примусової вентиляції. Основним побудником руху повітря у пташниках з промисловим обладнанням є система примусової вентиляції. При цьому рух повітряного потоку може бути або занадто сильним, або в окремих місцях пташника утворюються застійні зони. І те, й інше може негативно позначатись на здоров'ї та продуктивності птиці.

Висока швидкість руху повітря призводить до переохолодження птиці при низьких температурах, а в літній період до сильного висушування підстилки та осідання пилу. При низьких швидкостях руху повітря не забирає з зони розміщення птиці вуглекислоту, вологу, тепло. Це призводить до накопичення шкідливих газів, поступового отруєння організму, намокання підстилки.

У теплу пору року швидкість руху повітря у пташниках для молодняку старше місячного віку не повинна перевищувати 1,2 м/с., а в холодний і перехідний періоди року 0,2-0,5 м/с. Слід мати на увазі, що в жаркий час підвищена циркуляція повітря сприяє отриманню охолоджуючого ефекту, але при порушенні допустимих норм вона може створювати протяги і викликати простудні захворювання.

Нормативні параметри повітря в приміщенні визначені в нормативній документації і для ремонтного молодняку курей віком від 10 до 22 тижнів при клітковому утриманні ці норми складають:

- розрахункова температура в холодну пору року 16°C;
- оптимальна відносна вологість 60-70%;
- вміст вуглекислого газу в повітрі приміщення по об'єму не повинен перевищувати 0,25%.

Згідно вище перерахованих умов приймаємо вентиляцію із штучним збудженням. Для створення розрахованого повітрообміну вибираємо вентиляційну установку "Клімат 45".

Тепловий режим пташників є чи не основним чинником (особливо для молодняку), що зумовлює багато в чому здоров'я та продуктивність птиці. В залежності від пори року, кліматичної зони, системи утримання, типу будівель температурний режим пташників схильний до значних коливань і не завжди відповідає фізіологічним вимогам птиці. Тому, для відшкодування нестачі тепла в приміщенні використовують різного роду обігрівачі або системи опалення. Окрім агрегатів загального обігріву приміщень, застосовують прилади для місцевого (локального) обігріву, такі як, - спіральні (електричні) брудера. Брудера для локального обігріву птиці в змозі створити необхідну температуру (до 32 - 34°C) в зоні розміщення молодняку, тоді як фонові температура в приміщенні підтримується на рівні кімнатної (18 - 20°C), що суттєво покращує умови роботи обслуговуючого персоналу. Опалення пташника в зимовий період

здійснюється за допомогою теплогенератора типу ТГ-3 з потужністю 48,5 кВт, який являє собою систему подачі нагрітого повітря в приміщення.

Найпоширенішим джерелом світла в пташівництві є лампи розжарювання, але вони досить енергозагратні. Тому для освітлення пташника застосовуємо систему загального рівномірного освітлення з використанням в якості джерела світла світлодіодних ламп, які розташовані рядами вздовж приміщення. Електричні установки повинні мати захист від коротких замикань, перевантажень і мінімальної напруги. Найбільш досконалим і поширеним апаратом є автоматичний вимикач.

За виконуваними функціями їх поділяють на дві групи:

1. Автоматичні вимикачі, в яких уставка струму на спрацювання теплових розчіплювачів не регулюється;
2. Автоматичні вимикачі з регулюванням уставок струму на спрацювання теплових розчіплювачів.

В проєкті використовуємо автоматичні вимикачі серії ВА51-29-14 які призначені для захисту низьковольтних електричних ланцюгів від перевантажень і струмів короткого замикання, а також для оперативних комутацій електричних ланцюгів.

Для захисту електродвигунів вибираємо магнітний пускач ПМЛ 1220-220 В, 10 А, 1, IP40 з тепловим реле типу РТЛ-1014.

При виборі проводки слід додержуватися нормативних документів. У пташнику з клітковим утриманням птиці приймаємо для вводу в силовий щит провід АВВГ 4х10, для внутрішніх силових проводок вибираємо провід марки АПВ, по приміщеннях пташника приймаємо проводи трьохжильні з поперечним перерізом жил 4 мм<sup>2</sup> та 2,5 мм<sup>2</sup> – АПВ 3х4 та АПВ 3х2,5.

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 організму птиці, спричиняє нехватку вітаміну D, розлад нервової системи та виникнення захворювання.

Для ліквідації ультрафіолетової недостатності використовуються опромінювальні установки. При клітковому утриманні птиці можна використовувати установку «УОК-1» із ртутно-кварцевими жилами. Установка «УОК-1» ультрафіолетового опромінення призначена для використання в пташниках з клітинним вмістом курей. Такі установки діють протягом всього року, оскільки кури поміщені в багатоярусні металеві клітки (батареї), повністю позбавлені природного ультрафіолетового випромінювання. Установка являє собою шасі, що приводиться в рух розташованим у ній асинхронним двигуном потужністю  $P_n = 0,25$  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.

Електропостачання здійснюється від джерела змінного струму, тому для приводу машин і механізмів приймаємо асинхронні електродвигуни серії АИР

з короткозамкнутим ротором, які вмикаються на лінійну напругу мережі  $U_n = 380 \text{ В}$  і призначені для роботи від мережі змінного струму з частотою  $f = 50 \text{ Гц}$ .

### 2.3. Розрахунок водопостачання пташника.

Одним із заходів щодо підвищення продуктивності виробництва продуктів птахівництва є покращення якості та надійності постачання водою споживача. Зробили це можливо при впровадженні комплексної електромеханізації і автоматизації.

Розрахунок і вибір водопровідної мережі ведемо по максимальній витраті води:

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

де  $g_{\text{max г}}$  – максимальна година витрата води  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  
 $g_{\text{н.с.}}$  – норма водоспоживання однією куркою, добова норма водоспоживання для ремонтного молодняка кур стаєновить  $g_{\text{н.с.}} = 0,36 \text{ л}$ ;  
 $N$  – кількість голів птиці  $N = 10080$ , враховуючи що в одній клітці знаходиться 7 голів птиці;

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

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

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

Водопостачання пташника передбачається від водопровідної мережі, яка включає в себе чотири пташника і одну водонапірну вежу.

Максимальна годинна витрата води за цією схемою:

$$g'_{\text{max г}} = 4 \cdot g_{\text{max г}}, \quad (2.2)$$

де 4 – кількість пташників, підключених до водопровідної мережі.  
Підставляючи отримані дані до формули, визначаємо максимальну годинну витрату води:

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

Визначаємо об'єм водонапірної вежі:

$$V_{\text{б.}} = V_{\text{рег.}} + V_{\text{пож.}} + V_{\text{ав.}} \quad (2.3)$$

де  $V_{\text{рег}}$  – регульований об'єм вежі,  $\text{м}^3$ ;

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = 0,01 \cdot 24 \cdot 1,96 / 6 = 0,08 \text{ м}^3$$

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

$$V_a = g_{\text{max г.}} \cdot t_a, \quad (2.5)$$

де  $t_a$  – час аварії, приймаємо  $t_a = 3$  год.  
Підставляючи отримані дані визначаємо величину аварійного запасу води:

$$V_a = 0,48 \cdot 3 = 1,44 \text{ м}^3.$$

В кожному пташнику передбачається аварійний резервуар ємністю  $V_a = 1,44 \text{ м}^3$ .

Протипожежний запас води розраховуємо за формулою:

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

де  $g_{\text{пож.}}$  – кількість води, що необхідна для ліквідації однієї пожежі, приймаємо  $g_{\text{пож.}} = 15$  л/с згідно площі приміщення;  
 $n_{\text{пож.}}$  – кількість пожеж, які відбуваються одночасно, для площі до 150 га приймаємо  $n_{\text{пож.}} = 1$ ;  
 $t_{\text{пож.}}$  – час тушіння однієї пожежі,  $t_{\text{пож.}} = 0,17$  год.

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

За формулою (3.3) 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 БР-15У об'ємом  $V_{\text{б.}} = 15 \text{ м}^3$ .

Технічна характеристика вежі :

Ємність бака, м <sup>3</sup>	15
Резервна ємність для води в опорі, м <sup>3</sup>	14
Діаметр бака, мм	2 500
Діаметр опори, мм	1 220
Висота до дна баку, мм	12 000
Маса, кг	3160

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

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

де  $g_{c, \max. г.}$  – максимальна витрата води за годину;  
 $g_{c, \max. г.} = 1,96 \text{ м}^3/\text{год.}$   
 $g_{c.} = 1,96 \cdot 10^3 / 3600 + 15 = 15,05 \text{ л/с}$

При виборі насоса додержуємось умов:

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

Вибираємо насос типу БЦПЭ-0,5 - 63У.

Технічна характеристика насоса:

Діаметр свердловини, мм	150
Подача, м <sup>3</sup> /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 свердловинною насоса ЭЦВ 8-25-100. Згідно технічних характеристик насосу приймаємо пристрій типу „Каскад” 1-0-У2 з ящиком управління типу ЯГ5102-2А7Б1У2.

## 2.4 Розрахунок вентиляції пташника

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

$$L_{CO_2} = 1,2 \cdot C_n \cdot N / (C_{\text{дп}} - C_3), \quad (2.8)$$

де  $C_n$  – кількість вуглекислого газу, що виділяє один птах, м<sup>3</sup>/год · кг.  
 Для ремонтного молодняка кур віком від 10 до 22 тижнів при клітковому утриманні  $C_n = 0,92 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{год} \cdot \text{кг}$  на 1 кг живої ваги птиці.  
 З урахуванням живої маси птиці  $m = 1,5 \text{ кг}$  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,  $N = 10080 \text{ гол.}$   
 $1,2$  – коефіцієнт врахування виділення вуглекислого газу мікроорганізмами;

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

$C_3$  – кількість вуглекислоти в зовнішньому повітрі, м<sup>3</sup>;  $C_3 = 0,0003 \text{ м}^3$ .

Підставляючи отримані значення, виконуємо розрахунок годинної витрати повітря, 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 вологи:

$$L_{H_2O} = R_1 \cdot W_{II} \cdot m \cdot N / W_{дп} - W_3 \quad (2.9)$$

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

$R_1$  – коефіцієнт, враховуючий випаровування вологи з підлоги, стін та ін. конструкцій, приймаємо  $R_1 = 1,1$ ;

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

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

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

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

$W_3$  – кількість водяних парів в зовнішньому повітрі,  $г/\text{год} \cdot \text{кг}$ .

Значення  $W_{дп}$  і  $W_3$  визначаємо за формулами:

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

$$W_3 = W_{нас. н.} \cdot \phi_{н} / 100 \quad (2.11)$$

де  $W_{нас. п.}$  і  $W_{нас. н.}$  – вміст водяних парів при повному насиченні відповідно при оптимальній для даного приміщення температурі і при розрахунковій температурі зовнішнього повітря,  $г/\text{м}^3$ ;

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

Розрахунок проводимо для двох випадків: зима і літо.

Розрахункова зовнішня температура повітря для вентиляції:

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

Розрахункова відносна вологість повітря:

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

Атмосферний тиск:

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

Вміст водяних парів в повітрі:

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

Підставляючи дані до формул (3.10) і (3.11) отримаємо:

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

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

$$W_{н. літ.} = 2,31 \cdot 50 / 100 = 1,155 \text{ г}/\text{м}^3.$$

В зимній період:

$$L_{H_2O} \text{ зим.} = 1,1 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 10080 / 9,52 - 1,82 = 6480 \text{ м}^3/\text{год}.$$

В літній період:



$$L_{H_2O \text{ літ}} = 1,1 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 10080 / 9,52 - 11,55 = -24579 \text{ м}^3/\text{год.}$$

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:

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

де  $m$  – маса одного птаха, кг;

$$m = 1,5 \text{ кг};$$

$N$  – кількість голів птиці;

$$N = 10080 \text{ гол.}$$

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

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

$$L_T = \frac{(Q_T \cdot N - Q_{огр}) \times (1 + \alpha \cdot Q_{п})}{C_b \cdot (\theta_{п} - \theta_{н})}, \quad (2.13)$$

де  $g_T$  – кількість вільного тепла, яке виділяється одним птахом на 1 кг живої ваги за 1 годину, кДж / (год · кг);

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

$L_T$  – повітрообмін по видаленню надлишкового тепла,  $\text{м}^3/\text{год.}$ ;

$Q_{огр}$  – витрати тепла через зовнішню огорожу, кДж / год;

$\alpha$  – температурний коефіцієнт розширення повітря,  $1/^\circ\text{C}$ ;

$$\alpha = 1/273 \text{ } 1/^\circ\text{C};$$

$C_b$  – теплоємність  $1 \text{ м}^3$  повітря, кДж / ( $\text{м}^3 \cdot \text{град}$ );

$$C_b = 1,283 \text{ кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{град});$$

$\theta_{п}$  -  $\theta_{н}$  – температура повітря відповідно внутрішня та зовнішня,  $^\circ\text{C}$ ;

$$\theta_{п} = 16 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \theta_{н} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Втрати теплоти через огорожу визначаються за формулою:

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

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,  $\text{м}^3$ ;

$$V = 12 \cdot 48 \cdot 3 = 1728 \text{ м}^3.$$

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

Годі:

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

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 ВВ-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, %	97,0
Ступінь захисту	IP 55
Діапазон регулювання вихідної напруги не менше	: 6
Допустимі відхилення номінального значення вихідної напруги, %	-7,5 ; +10
Маса, кг	26

### 2.5. 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  $\Theta_H = -20^\circ\text{C.}$

Визначимо теплопродуктивність системи опалення, кДж / год.

$$Q_H = Q_{огр} + Q_B - Q_ж \quad (2.16)$$

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

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

Витрати теплоти через огорожу пташника:

$$Q_{огр} = V \cdot g_0 \cdot (\Theta_B - \Theta_H) \quad (2.17)$$

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

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

приймаємо  $g_0 = 2,5 \text{ кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{град} \cdot \text{год})$ ;  
 $\Theta_{в}$  – внутрішня температура приміщення,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $\Theta_{н}$  – зовнішня температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $\Theta_{в}$  – приймаємо  $16^{\circ}\text{C}$ ,  $\Theta_{н} = -20^{\circ}\text{C}$ .

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

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

$$Q_{в} = L \cdot C \cdot (\Theta_{в} - \Theta_{н}) \quad (2.18)$$

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

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

Тепло, яке виділяє птиця, визначаємо за формулою:

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

де  $g_{ж}$  – норма виділення тепла птахом на 1 кг живої маси,  $\text{кДж} / \text{год}$ ,  
 $g_{ж} = 26,4 \text{ кДж} / \text{год}$ .  
 $m$  – маса птиці,  $\text{кг}$ ;  $m = 1,5 \text{ кг}$ .  
 $N$  – кількість голів птиці,  $N = 10080 \text{ гол}$ ;

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

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

Вводимо всі розрахункові дані в формулу (3.16):

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

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 птаховництва.

Технічна характеристика тепло генератора ТГ-3:

- потужність, кВт	45,5
- теплопродуктивність, $\text{кДж} / \text{год}$	$300 \cdot 10^3$
- об'єм нагрітого повітря зведений до стандартних вимог, $\text{м}^3 / \text{год}$	10000
- температура нагрівання повітря, $^{\circ}\text{C}$	$50 \pm 5$

- ККД, %

88

- встановлені потужності, кВт

• головний вентилятор 4AM80A4U3 1,1

• вентилятор форсунки 4AM63A2U3 0,87

- напруга, В

220

- кіл керування

380

- силових кіл

300

- маса, кг

## 2.6. 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 НСИ03-10-01.

### 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:  $Z = 1,4$ .

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 визначимо 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 визначаємо 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:  $D$  – 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:

$$n_a = \frac{42}{3.2} = 13,1 \text{ шт, приймаємо } 13 \text{ шт}$$

Число рядів:

Число світильників:

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

$$N = 13 \cdot 4 = 52 \text{ шт}$$

## 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)  $Z = 1,1 \dots 1,2$ ;

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$N$  – 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,  $S = A \cdot B$ , м<sup>2</sup>;

$H_p$  – розрахункова висота підвісу світильника, м;

$A$  і  $B$  – довжина і ширина приміщення, що розраховується, м.

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

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  $\Phi_{\text{л}} = 715$  лм, потужністю  $P = 10$  Вт.

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

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

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:

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

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.  
 Визначимо установлену потужність освітлювальної установки:

$$P_y = P_{л} \cdot N = 10 \cdot 32 = 320 = 3,12 \text{ кВт.}$$

### 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  $I_{\alpha}$  – 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. 3.1)

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

де  $d$  – відстань від точки розрахунку до проєкції 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.

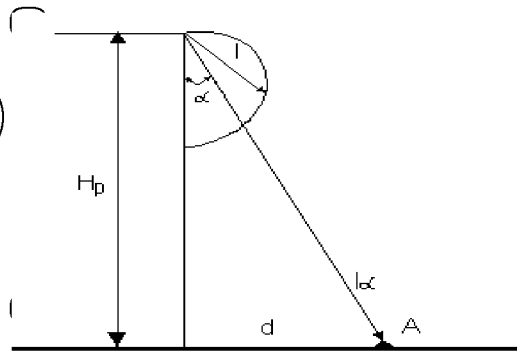


Рис. 3.1. Визначення параметрів кута світлового потоку

**Проводимо розрахунок найменш освітленої точки в приміщенні**

Для точки А:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



# НУБІП УКРАЇНИ

$$\begin{aligned}\cos^3 \alpha_1 &= 0,51; \\ \cos^3 \alpha_2 &= 0,07; \\ \cos^3 \alpha_3 &= 0,18.\end{aligned}$$

Знаходимо силу світла :

# НУБІП УКРАЇНИ

$$I_{\alpha} = (I_{\alpha})_r \Phi_{\text{л}} / 1000, \quad (2.35)$$

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

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

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

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

# НУБІП УКРАЇНИ

Розраховуємо освітленість в точці розрахунку відносно кожного світильника :

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

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

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

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

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

# НУБІП УКРАЇНИ

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

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

# НУБІП УКРАЇНИ

Для приміщення персоналу з площею 10 м<sup>2</sup> 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  $E_{\text{н}} = 75$  лк. Враховуючи умови навколишнього середовища вибираємо світильник типу НСП03-15-01.

Визначаємо розрахункову висоту підвісу світильника:

# НУБІП УКРАЇНИ

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

Визначам відстань між світильниками (для кривої  $\text{ДЛ} = 1,4 \dots 1,6$ ):

$L = \lambda N_p = (1,4 \dots 1,6) \cdot 2 = 2,38 \dots 2,72 \text{ м.}$   
 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  $\Phi_{\text{л}} = 1100 \text{ лм}$ , потужністю  $P = 15 \text{ Вт}$ .  
 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+M	2,3,6	8	0,6	Потужність групи враховуючи розетки 1,04 кВт

4	C+N	3,4,7	7	0,55	0,0
---	-----	-------	---	------	-----

Розрахункові струми груп визначаються за формулою:

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

$$I_{gp1} = 1,56 \cdot 10^3 / 220 = 7,1 \text{ A};$$

$$I_{gp2} = 1,56 \cdot 10^3 / 220 = 7,1 \text{ A};$$

$$I_{gp3} = 0,6 \cdot 10^3 / 220 = 2,72 \text{ A};$$

$$I_{gp4} = 0,55 \cdot 10^3 / 220 = 2,5 \text{ A};$$

Розрахунковий струм всіх груп:

$$I_p = I_{gp4} + I_{gp3} + I_{gp2} + I_{gp1};$$

$$I_p = 7,1 + 7,1 + 2,72 + 2,5 = 19,42 \text{ A}.$$

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:

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

для чотирьохпровідної, п'ятипровідної мережі:

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

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  $I_{ном} = 25 \text{ A}$ ) зі струмом електромагнітного розчіплювача

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

$$I_{уст} \geq I_{роб.};$$

$$16 \text{ A} \geq 12 \text{ A};$$

Даний вимикач відповідає умовам вибору.

За аналогічною методикою вибираємо автоматичні вимикачі для всіх групових ліній. Результати вибору представлені в таблиці 3.2.

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 пилу приймаємо провід АПВ. Провід кріпиться на трос, має алюмінієві жили та ізоляцію з полівінілхлориду.

При виборі перерізу проводів необхідно виконувати умови.

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

де  $I_{роб}$  – робоча (розрахункова) сила струму освітлювальної мережі, А;  
 $I_{дов. доп.}$  – тривалодопустима сила струму для вибраного перерізу проводу, А.

Робочий струм групи і вводу в приміщення визначаємо за виразом:

– для однофазної мережі:

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

– для чотирьохпровідної, п'ятипровідної мережі:

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

де  $U_{\phi}$  – фазна напруга, В;

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

$U_{л}$  – лінійна напруга, В.

Приймаємо для монтажу 1-ої групи провід АПВ – провід з алюмінієвими жилами, з ізоляцією з полівінілхлоридного пластику АПВ 3×2,5 трьохжильний, площею поперечного перерізу жили 2,5 мм<sup>2</sup> і тривалодопустимим струмом 19 А.

Перевіряємо провід на тривалодопустимий струм:

$$I_{роб} \leq I_{дов. доп.},$$

7,1 А < 19 А – умова виконується, провід вибрано вірно.

Перевіримо провід на механічну міцність.

Згідно ПУЕ допустима площа поперечного перерізу проводу  $F_{\text{доп}} = 2,5 \text{ мм}^2$ .

Площа поперечного перерізу вибраного проводу  $F = 2,5 \text{ мм}^2$ .

$$F \geq F_{\text{доп}};$$

$$2,5 \text{ мм}^2 = 2,5 \text{ мм}^2.$$

Отже, провід вибрано правильно.

Аналогічно за даною методикою обираємо проводи для всіх груп.

Для подачі живлення до щита обираємо кабель АВВГ – кабель з алюмінієвими жилами, оболонка із полівінілхлоридного пластику без захисного покриття АВВГ 4×4,0, з чотирма одножильними проводами, площею поперечного перерізу  $4 \text{ мм}^2$  і допустимим струмом 20 А.

Перевіряємо провід на тривало допустимий струм:

$$I_{\text{роб}} \leq I_{\text{дов. доп.}}$$

$$12 \text{ А} < 20 \text{ А} \quad \text{– умова виконується.}$$

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

$$F \geq F_{\text{доп}};$$

$$4 \text{ мм}^2 = 4 \text{ мм}^2.$$

Отже, кабель вибрано правильно.

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

Результати вибору проводів

Таблиця 2.3

№п/п	Назва споживача	Марка провода (кабеля)	Кількість жил	Допустимий струм жили	Площа поперечного перерізу	Спосіб прокладання
1	Перша група	АПВ	2	19	2,5	На тросі
2	Друга група	АПВ	2	19	2,5	На тросі
3	Третя група	АПВ	2	19	2,5	Під штукатуркою
4	Четверта група	АПВ	2	19	2,5	Під штукатуркою
5	Ввод в щит	АВВГ	4	20	4	Відкрито на скобах

## 2.8. 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 ультрафіолетової недостатності використовуються опромінювальні пристрої. При китковому 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	ДРТ-400
- кількість ламп, шт	2
- середній строк служби (не врахов. лампи), років	8

## 2.9. 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 лінію напругу мережі рівню  $U_n = 380$  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.

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

$$P_{дв.р} = Q \cdot (P \cdot L + H) \cdot 10^2 \cdot \eta \cdot \eta_{пер}. \quad (2.44)$$

де  $H$  – висота подачі,  $H=2\text{ м}$ ;  
 $P_{\text{дв. р.}}$  – розрахункова потужність двигуна, кВт;  
 $Q$  – продуктивність шнека,  $Q=2,4\text{ т/г}$ ;  
 $L$  – довжина шнека,  $L=5\text{ м}$ ;

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

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

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

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

Синхронна частота обертання ротора двигуна  $n = 1000\text{ об/хв}$ .

Умова вибору двигуна:

$n = 1000\text{ об/хв}$ ,  $P_{\text{н. дв.}} > P_{\text{дв. р.}}$   
 де  $P_{\text{н. дв.}}$  – номінальна потужність двигуна.

Приймаємо асинхронний електродвигун серії АІР з номінальною потужністю  $P_{\text{н. дв.}} = 0,37\text{ кВт}$ . 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:

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

де  $S$  – ковзання, від. од.;

$M$  – момент при зниженні напруги на 75% і допустимим відхиленням моменту,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ;

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

$t$  – час з початку розгону, с;

$M_d$  – динамічний момент,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ;

$M_c$  – статичний момент інерції,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ;

Дані, що отримані при розрахунках заносимо в таблицю 2.4

Таблиця 2.4

**Розрахунок моментів опору робочої машини**

S	$M_c$ Н · м	$M$ Н · м	$M_s$ 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 АІР90L4У1 приводу скребкового механізму МПС-6М.

Умова вибору:

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

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

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

$$72 \text{ А} > 49,5 \text{ А}.$$

Умова вибору автоматичного вимикача виконується. Приймаємо автоматичний вимикач типу АВВ S203-Р-С63А 3р С 25кА.

### Вибір електромагнітного пускача.

Умова вибору:

- $U_n \geq U_{\text{мережі}}$ ,  $U_n \geq 380 \text{ В};$
- $I_{м.п.} \geq I_{н.ел.дв.}$ ,  $10A \geq 5A;$
- $I_{н.т.р.} \geq I_{н.ел.дв.}$ ,  $10 \text{ А} \geq 5 \text{ А};$
- $I_{н.ел.дв.} \geq I_{н.е.}$ ,  $I_{н.е.} = 6 \text{ А}.$

Вибираємо електромагнітний пускач серії ПМЛ 1220 220 В,  $I_{н.т.р.} = 10 \text{ А},$

Теплове реле вибираємо типу РТЛ-1014/  $I_{н.е.} = 6 \text{ А}$

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:

$$I_{тр.доп} \geq I_{роб.}$$



Для двигуна АІР90І.4У1  $I_{н.} = 5$  А, отже для цього двигуна вибираємо провід живлення АПВ 4х2,5 з тривалодопустимим струмом  $I_{тр. доп} = 19$  А. Монтаж проводки виконуємо в трубі.  
Для визначення діаметру труби виконуємо розрахунок за формулою:

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

де  $d_{пр}$  – зовнішній діаметр проводу, мм,  $d_{пр} = 4,2$  мм,  
 $n$  – кількість проводів в трубі  $n = 4$ ;  
 $k_3$  – коефіцієнт заповнення  $k_3 = 0,5$ .

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

Приймається труба стальна з умовним проходом 15 мм.

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

### РОДІЛ 3.

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОБРОБКИ ВОДИ ТА КОРМІВ НА ФЕРМІ З ВИКОРИСТАННЯМ ОЗОНОГЕНЕРАТОРІВ

### 3.1. Застосування озоногенераторів для підготовки питної води та знезараження кормів

Озон, як сильний дезінфікуючий засіб, все ширше використовується для бактерицидної очистки та знезараження питної води та харчових продуктів. В

основі знезаражувальної дії лежать сильні окислювальні та дезінфікуючі властивості озону. Озон все ширше використовується для різних технологічних процесів. Якщо раніше озон використовувався лише з метою знезараження, то на сьогодні це і видалення запаху, кольоровості води й домішок.

Знезараження – це видалення бактерій, токсинів, спор пліснявих грибів, мікробів і вірусів. При обробці питної води у воду вводять дезінфікуючу речовину. Чим більше дезінфікуючої речовини введено, тим більша ефективність дії на мікроорганізми. Доза обробки (мінімальна кількість дезінфікуючої речовини, що необхідна для обробки одного літра рідини) може змінюватись залежно від вмісту у воді шкідливих речовин, температури рідини та від величини активної реакції води з дезінфікуючою речовиною - рН. На рис. 3.1 представлено графік залежності наявності бактерій у воді від дози дезінфікуючої речовини.

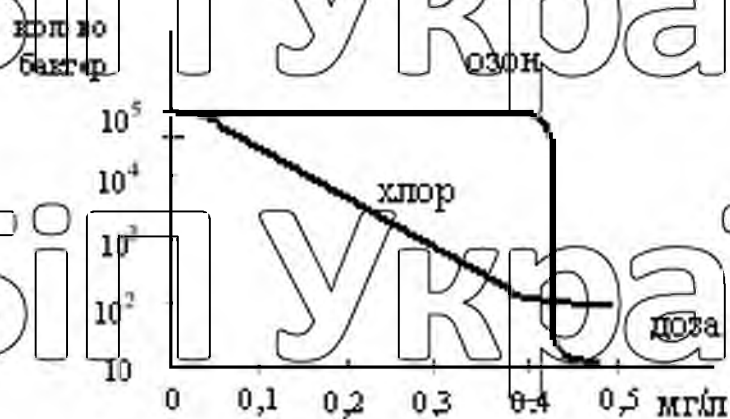


Рис. 3.1. Залежність життєздатності бактерій від дози обробки.

З наведеної залежності видно, що при хлоруванні, чим більше доза хлору, тим більше знешкоджених бактерій. Дія озону виявляється в різкій бактерицидній дії. При ефективній дозі озону (0,4 - 0,5 мг) на літр оброблюваної води. Причому при ефективній дозі відбувається повне знезараження води.

Дія озону ґрунтується на руйнуванні мембран клітин. Дослідження механізму обробки бактерій та грибів озоном показали, що дія його досить ефективна за умови підтримання потрібної концентрації озону протягом встановленого часу. І головне якщо озон ефективно знешкоджує бактерії, тоді хлор здатен лише на вибіркове знешкодження життєвих центрів бактерій.

Час, який необхідний для зменшення кількості бактерій до допустимої норми, що характеризується колі-індексом й рівною значенню 3, називається часом активації.

Враховуючи, що час інактивації залежить від концентрації озону в воді, введено в практику використання так званого СТ - чинника (мг/л·хв), що встановлює зв'язок між часом інактивації та концентрацією розчиненого озону в воді.

### 3.2. Знищення токсинів

Крім здатності знищувати різні види бактерій, озон має високу ефективність знищення спор, (спори мають щільні оболонки, які утворюються навколо одноклітинних) й багатьох інших патогенних мікробів.

Знебарвлення - це видалення із води органічних та хімічних речовин, які здатні змінювати колір води. Залежно від ступеня забарвленості води потрібна різна кількість озону для освітлення цієї води.

Найбільш небезпечним є зараженість кормів грибами, що здатні утворювати токсини *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Mucor*, *Cladosporium* та ін. Ураження даними грибами значно погіршує якість кормів, а при наявності токсинів, утворених даними видами грибів, більше 5 мг на 1кг вони непридатні навіть для кормових цілей. Слід також зазначити, що відомі способи знезараження кормів здатні запобігти утворенню токсинів, але не здатні знешкодувати їх.

Особливі властивості озону, пов'язані з екологічною чистотою, сприяють активному розвитку технологій з його використанням. Завдяки високому окислювальному потенціалу, озон може впливати на такі біологічні з'єднання, які не піддаються дії хімічних реагентів. Однією з важливих особливостей є те, що надмірний озон не спричиняє ніяких небажаних явищ, а знову перетворюється на кисень на протязі декількох хвилин. Озону не створює додаткових або заміщуючих з'єднань, тоді як інші окисники здатні утворювати із деякими речовинами складні сполуки і канцерогенні речовини. Аналіз літератури та існуючих технологій застосування озону, як екологічно чистого окисника є досить перспективним та потребує подальшого розвитку.

### 3.3. Розробка технологічної схеми установок для очистки питної води та знезараження кормів.

Принципова схема установки для комплексного очищення питної води реалізована за традиційною схемою очищення води озонуванням та фільтруванням. Схема установки представлено на рис.3.2

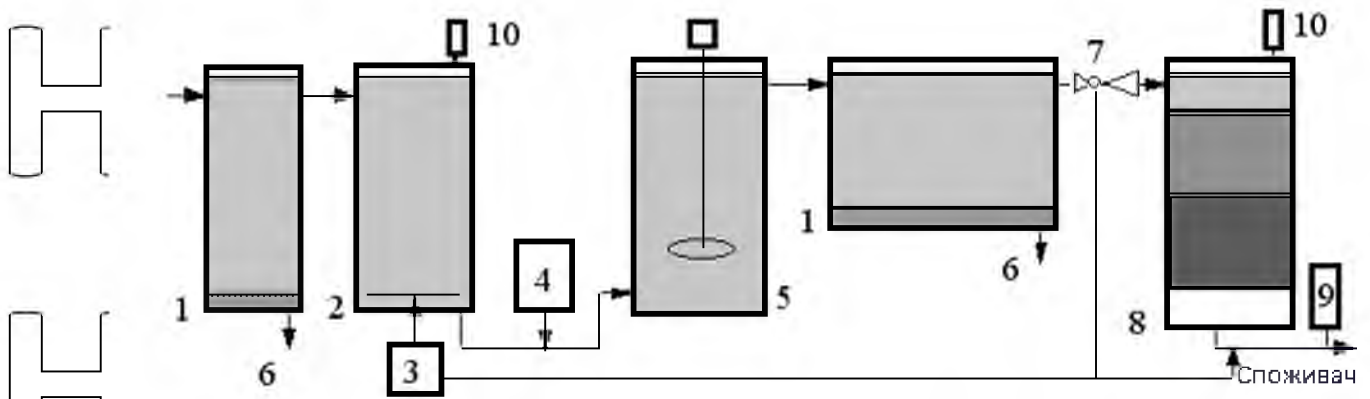


Рис.3.2. Технологічна схема підготовки питної води: 1 - відстійник; 2 - контактний апарат; 3 - генератор озону; 4 - коагулянт; 5 - камера змішення; 6 - видалення відстою; 7 - ежектор; 8 - фільтр; 9 - консервант; 10 - деструктор озону.

Перед надходженням води в установку, що забирається у водосійми, спочатку відбувається очищення вхідним фільтром грубого очищення, а потім у відстійнику 1 видаляються механічні домішки. Після цього вода підлягає обробці реагентами. Зазвичай використовується традиційна схема озонування. Попереднє озонування води здійснюється після видалення механічних домішок в контактному апараті 2. Озон в контактний апарат подається від генератора озону 3. Метою попереднього озонування є проведення первинного знезараження води, видалення кольоровості, наведення у колоїдний стан та окислення розчинених металів.

Крім того озонування води сприяє реалізації процесу флокуляції (явище слабкого утворення пластивців в колоїдній каламутності вод). Нерозчинні речовини (пластівці), що утворилися, видаляються з води відстоюванням в спеціальних апаратах - відстійниках 1. Для посилення процесу флокуляції після попереднього озонування у воду додають спеціальні речовини - коагулянти 4, які здатні сприяти процесу злиття частинок у центри кристалізації й швидшому випаданню їх в осад. До таких речовин можна віднести сульфати алюмінію та хлорне залізо. Для покращення змішування коагулянтів із водою у камері змішування 5 відбувається процес інтенсивного перемішування води з коагулянтом. Після відстійника вода піддається повторному озонуванню, з метою проміжної дезінфекції і окислення органічних речовин. В розробленому способі обробки введення озону у воду здійснюється за допомогою ежектора 7. Вода після повторної обробки потрапляє у фільтр 8, який може бути комбінованим з піщаним і вугільним завантаженням, або ж складатися з двох окремих фільтрів, завантажених відповідно піском та активованим вугіллям. Встановлено, що

комбінація "озонування-фільтрація на активованому вугіллі" дає можливість ефективніше використовувати очисну здатність фільтрів.

Це пояснюється насиченням води киснем при її озонуванні, що сприяє життєдіяльності та розвитку активних бактерій в товщі вугільного завантаження, які забезпечують біологічне окислення забруднень в порах активованого вугілля збільшуючи термін використання фільтрів. Після фільтрації вода знову піддається озонуванню для остаточної дезінфекції і надання необхідних смакових якостей.

Для забезпечення змішування використовуються контактна камера або ж комбінація із ежектора і турбулізатора. На виході до споживача вода консервується доданням незначної кількості хімічного реагенту (наприклад хлору 9, що запобігає розвитку бактерій у воді при її транспортуванні трубопроводом).

Розглянемо принципову схему установки для знезараження сипучих речовин, кормів. Схема установки представлена на рис.3.3

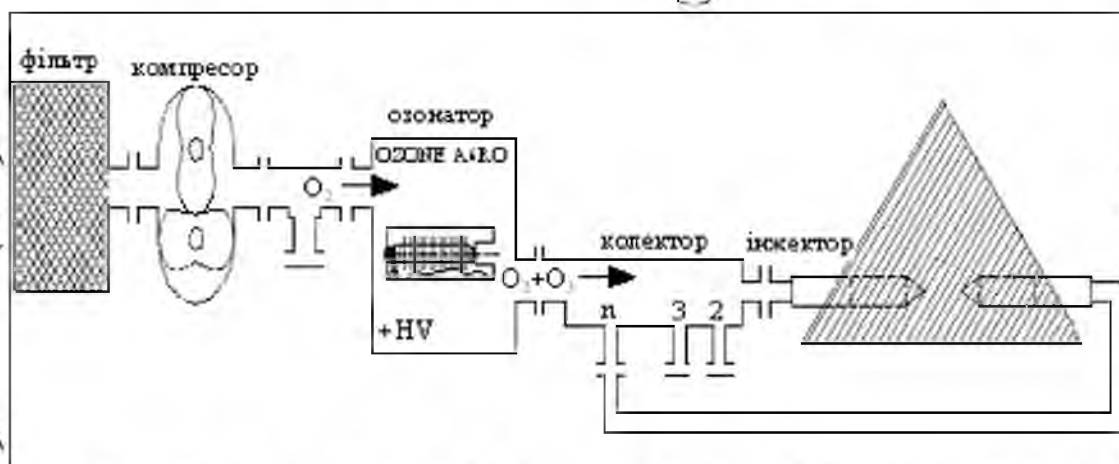


Рис. 3.3. Схема технологічного комплексу для знезараження кормів озonom

До складу технологічного комплексу для обробки комбикормів або зернового матеріалу озono-повітряною сумішшю входить наступне обладнання:

- повітряний компресор із повітряним фільтром;
- озонатор типу "OZONE-AGRO 50" з продуктивністю 50 л/год і споживаною потужністю 1300 Вт, вага 45 кг (рис. 3.4);
- колектор для розподілу озono-повітряної суміші;
- пластикові озонестійкі трубопроводи;
- інжектори для вводу озono-повітряної суміші у зернову масу.



Рис. 3.4. Озонатор "OZONE-AGRO"

Обробка кормів може проводитись у буртах, бункерах, коморах. Один озонатор "OZONE-AGRO" забезпечує обробку зернового матеріалу масою до 30 т.

Для підвищення ефективності обробки бурти можна щільно вкрити полімерною плівкою. Інжектори для подачі озono-повітряної суміші встановлюють в товщу матеріалу на відстані 51 см від підлоги через 80-100 см один від одного.

Після вмикання озонатора та встановлення необхідного режиму установка працює на протязі 40-60 хв., після чого інжектори переміщуються таким чином, щоб забезпечити обробку всього об'єму.

### 3.4 Синтез озону

Для отримання озону використовуються декілька методів, але найбільшої популярності досягли хімічний метод та електросинтез озону у плазмі газового розряду. Для електросинтезу використовуються озонатори різних типів. Найбільшого поширення набули озонатори на бар'єрному розряді рис 3.5.

Також в технологіях, де необхідна невелика продуктивність при високих концентраціях озону, все більш широке застосування знаходить генератори озону із використанням поверхневого розряду. В таких озонаторах розряд проходить вздовж поверхні плівкового діелектрика, по одну сторону якого коронуєчий електрод, а по іншу - індукційний електрод. Схема генератора озону з поверхневим розрядом представлено на рис.3.6.

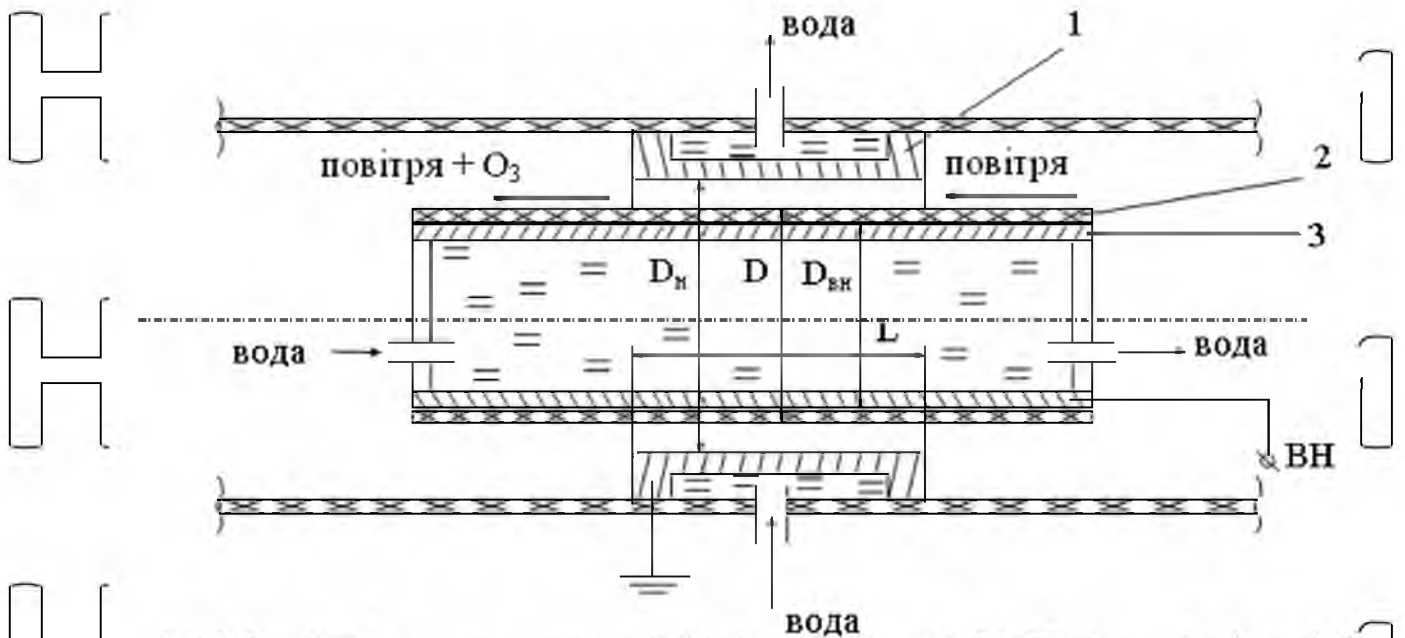


Рис.3.5. Генератор озону на бар'єрному розряді: 1 – зовнішній електрод; 2 – бар'єр із скласемалі; 3 – внутрішній електрод.

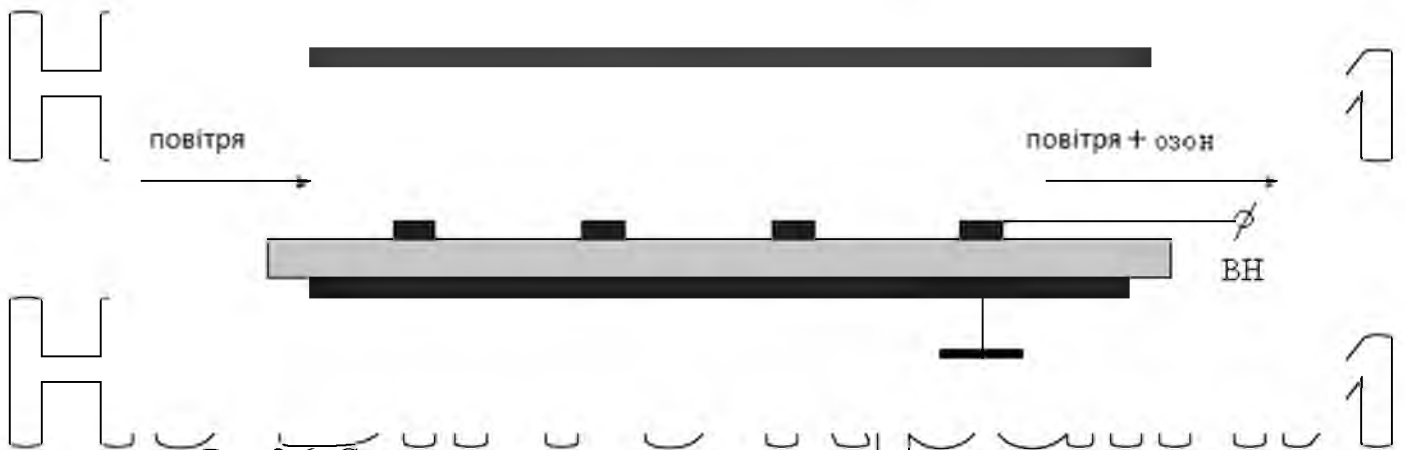


Рис.3.6. Схема генератора озону з поверхневим розрядом

Молекули кисню, які піддаються дії електронів в зоні розряду, дисоціюють на атоми. Потім атом кисню, об'єднуючись з молекулою кисню, утворюють молекулу озону.

За тиску  $0,1 \text{ МПа}$  і  $0^\circ\text{C}$  в  $1 \text{ дм}^3$  води здатні розчиняється  $1,42 \text{ г}$  озону, при  $10^\circ\text{C}$  —  $1,04 \text{ г}$ , при  $30^\circ\text{C}$  —  $0,45 \text{ г}$ . Розчинність озону у воді залежить від величини рН та кількості домішок. За наявності солей і кислот розчинність озону у воді зростає, а за наявності лугів – зменшується.

Головною проблемою розвитку сучасних озонаторів є те, що на синтез озону витрачається лише  $20\%$  енергій електричного розряду, а основна кількість виділяється у вигляді тепла і світлового випромінювання. Збільшення

температури в зоні синтезу озону прискорює процес його розкладання. У зв'язку з цим важливим для збільшення концентрації озону є не лише його синтез, а й забезпечення відведення тепла, що виділяється.

У озонаторах з поверхневим розрядом умови для відведення тепла значно простіші в порівнянні з бар'єрними озонаторами, в яких розряд розвивається через повітряний проміжок перпендикулярно поверхні діелектричного бар'єру.

В озонаторах такої конструкції є необхідність забезпечення водяного охолодження. Крім того, для озонаторів бар'єрного типу можливе застосування в якості діелектрика керамічного матеріалу, який володіє значно вищою теплопровідністю і стійкістю до дії плазми газового розряду. Ці фактори дозволяють підвищити частоту напруги живлення майже в 10 разів тим самим підвищуючи вихід озону.

Концентрація озону залежить від активної потужності  $P$ , в газовому розряді, та від об'єму газу  $V_T$ , що проходить через озонатор. Відношення активної потужності до об'єму газу, що проходить через озонатор називається чинником питомої енергії:

$$F = P/V_T \quad (3.1)$$

Залежність концентрації озону при різних об'ємах повітря, що проходить через озонатора від питомої енергії наведена на рис. 3.7.

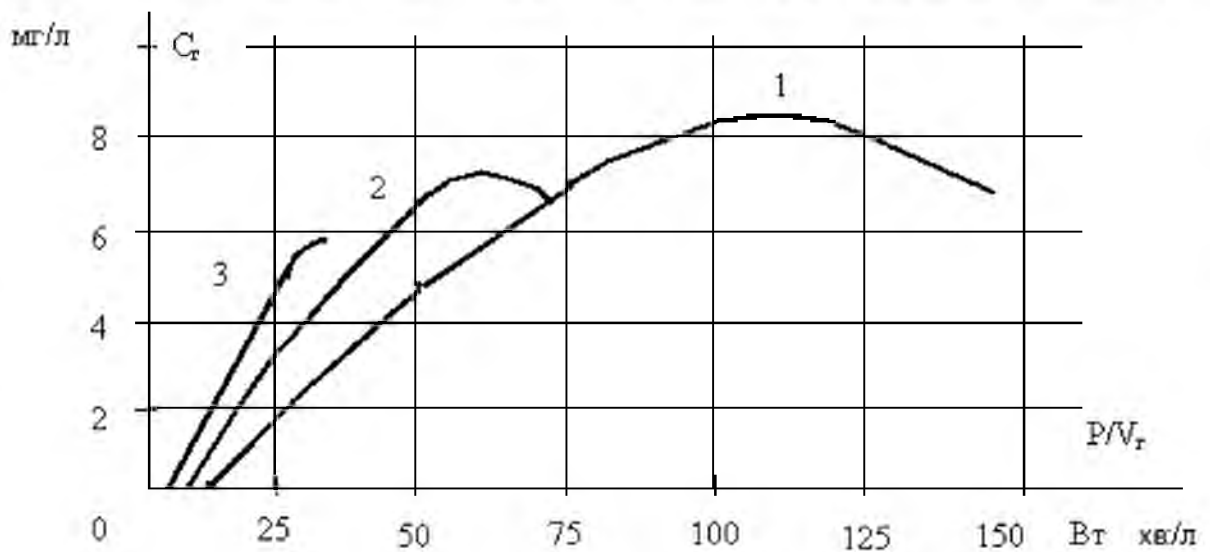


Рис.3.7. Залежність концентрації озону від чинника питомої енергії (1 - 0,5 л/мін; 2 - 1,0 л/мін; 3 - 2,0 л/мін).

Значення активної потужності, яка виділяється в генераторі озону, рівне:



НУБІП України

$$P = 4f \cdot [U_2 \cdot (U_0 - U_2) \cdot C_6 - U_2^2 \cdot C_7] \quad (3.2)$$

де,  $U_0$  - амплітуда змінної напруги частотою  $f$ , що прикладеного до генератора озону;

$U_2$  - напруга виникнення розряду;

$C_6$  - ємність діелектричного бар'єру;

$C_7$  - ємність розрядного проміжку.

НУБІП України

Продуктивність озонатора  $G$  показує, яка кількість озону генерується за одиницю часу. З наведеного нижче рівняння слідує, що продуктивність рівна концентрації озону в газі на об'єм газу, що проходить через озонатор:

НУБІП України

$$G = c_2 \cdot v_2 \quad (3.3)$$

При випробуванні таких систем на першому етапі досліджуються залежності концентрації озону та продуктивності озонатора від прикладеної напруги при різних витратах газу.

Наступним кроком є відслідковування динаміку розчинення озону в воді та взаємодії його із різними домішками у воді, які погіршують її якість.

НУБІП України

Забезпечення ефективного розчинення газоподібного озону у воді, сприяє належному очищенню або знезараженню, і є одним із основних завдань техніки озонування, оскільки лише в розчиненій формі озон діє на забруднення. Процес змішування озono-повітряної суміші із водою з метою її знезараження всебічно вивчався ще із 60-х років. Проте і до сьогоднішнього дня чітких універсальних рекомендацій для змішування не запропоновано.

Найбільш поширеними способами для змішування на сьогоднішній день є

1. механічне перемішування;
2. ежекція;
3. барботаж

НУБІП України

Перевага способу диспергування озону у воду обґрунтовується для кожного конкретного випадку економічними розрахунками і залежать від кінцевої мети проведення озонування. Наприклад, в разі сприяння процесам коагуляції або дезінфекції води необхідні різні ступені дисперсності газу, тривалість контакту з водою і доза озону. Це визначає вибір тієї або іншої системи диспергування. Але є основні вимоги, які пред'являються до процесу абсорбції озону з газу в рідину. В першу чергу, необхідно забезпечити максимальну поверхню розділу між газовою і рідкою фазами, тобто необхідно забезпечити максимальну поверхню бульбашок. Також час перебування

НУБІП України

бульбашки у воді повинен бути достатнім для дифузії озону з газу до рідини. Найпоширеніші конструкції контактних апаратів наведені на рис. 3.8.

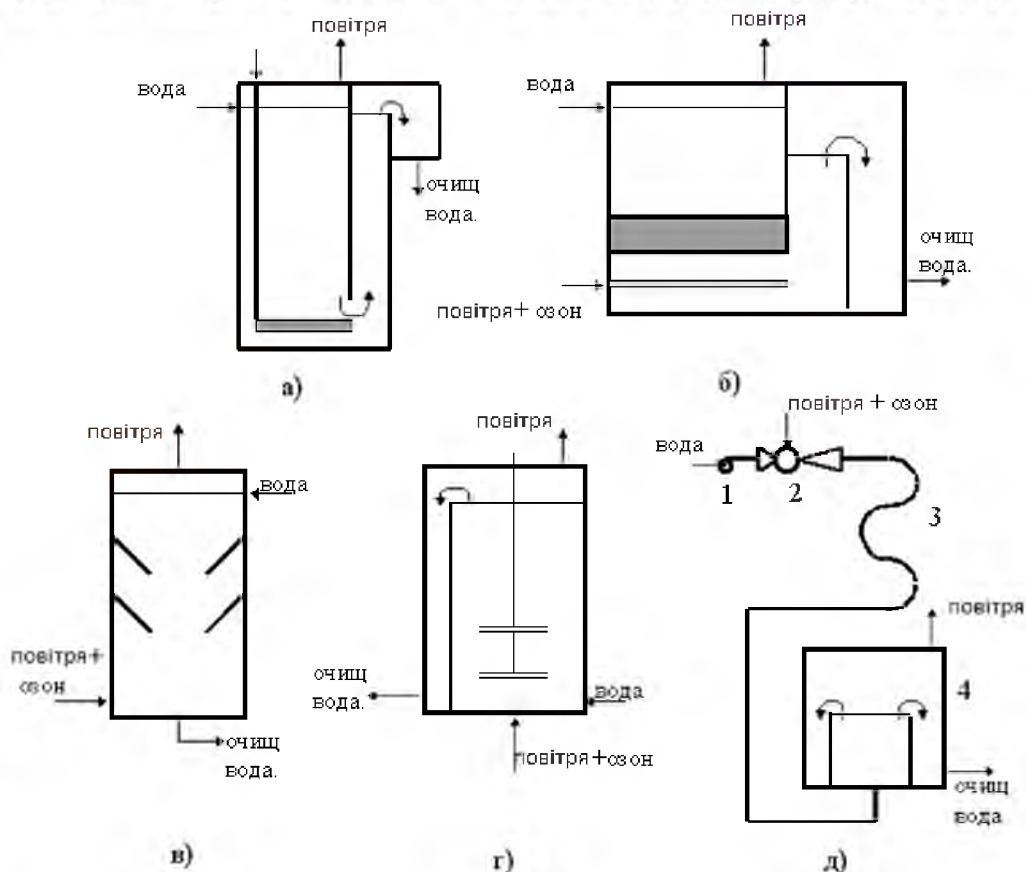


Рис. 3.8. Контактні апарати: а) барботажна колона із пористою пластиною, б) колона з гранульованим шаром, в) колона із тарілками, г) колона із механічним змішувачем турбінного типу, д) апарат із ежектором і змієвим реактором.

- 1 – насос;
- 2 – ежектор;
- 3 – змійовик;
- 4 – віддільник повітря.

Найчастіше використовується барботажна колона із пористою пластиною (рис. 3.8.а). У ній озono-повітряна суміш подається через пористу пластину в колону із водою, що необхідно обробити. Вода подається протилежною руху газових бульбашок, тим самим збільшуючи час контакту. Водонасичена озonom надходить в камеру розташовану поряд із барботажною колоною, де витримується протягом певного часу необхідного для її обробки.

Повітря із озonom, яке не прореагувало з водою, накопичується у верхній частині апарату і через деструктор озону викидається в атмосферу. Для збільшення часу контакту озону із водою барботажні камери робляються із

гранульованим шаром (рис.3.8.б), діафрагмованими тарілками (рис.3.8. в), механічними змішувачами турбінного типу (рис.3.8.г).

Ежекторний змішувач представлений на (рис.3.8.д). Він складається із насоса, який нагнітає воду, 1; ежектора 2, в якому відбувається засмоктування озono-воздушної суміші у воду і подрібнення газу на дрібні бульбашки, змішувача 3, що призначений для забезпечення необхідного часу для контакту газу із водою та розділювача повітря 4.

Кожен з перелічених способів має переваги та недоліки. Так при механічному перемішуванні наявність рухомих частин в агресивному середовищі значно зменшує надійність установки. Барботаж, незважаючи на його максимальну простоту, є найефективнішим, але й найбільш довготривалим. Ежектори (струменеві насоси) використовуються лише в проточних варіантах установок і як правило, невеликою продуктивності.

В даному випадку для розробленої установки обираємо барботаж як найбільш простий метод реалізації контакту озону з водою.

В процесі піднімання бульбашок відбувається проникнення озону у воду. Рівняння масопереносу для однієї бульбашки матиме вигляд:

$$G_{O_{3z}} = k'f_n \cdot (c_g - c_w) \cdot t \quad (3.4)$$

де  $G_{O_{3z}}$  - кількість озону, що надійшов у воду із однієї бульбашки;

$do' = 0,012$  л/(м<sup>2</sup>с) - коефіцієнт масопередачі;

$F_n$  - площа бульбашки;

$c_g$  і  $c_w$  - концентрація озону в газі і воді відповідно;

$t$  - час переходу озону із бульбашки у воду.

Час переходу озону із газу до рідини визначається по груповій швидкості спливання бульбашок: де ( $do = 1,4$ ;  $g = 9,8$  м/с) – прискорення вільного падіння; ( $0,065$  н/м) коефіцієнт поверхневого натягу; ( $m_g = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>) - щільність газу; ( $m_w = 1000$  кг/м<sup>3</sup>) - щільність рідини.

Вирішення даного рівняння досить складне, оскільки всі компоненти рівняння (4) є функціями багатьох змінних. Наприклад, площа бульбашки  $F_n$  залежить не лише від витрати газу, а й від конструкції та розмірів барботажно-камери, тиску, та ін. Тому на практиці як правило використовують два доволі простих співвідношення:

- рівнянням для визначення розподілу концентрацій в газі та рідині:

$$c_w = Rt \cdot c_g \quad (3.5)$$

де  $R_t$  - коефіцієнт розподілу;  
-законом Генрі:

$$p = Kx \quad (3.6)$$

де  $p$  - тиск в камері;

$K$  - постійна Генрі;

$x$  - мольна частка озону, що розчинений у воді.

Рівняння (3.5) і (3.6) справедливі для розчинів у зрівноваженому стані, а вираз (3.4) відповідають стану ідеального розчину (стану повного перемішування). Значення коефіцієнтів  $R_t$  представлені на рис.3.9.

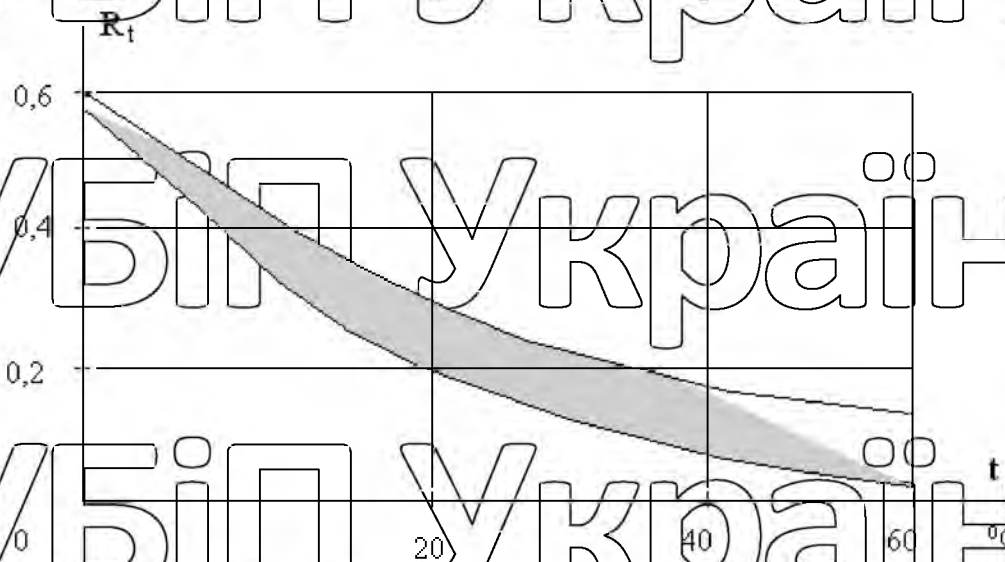


Рис.3.9. Залежність коефіцієнта розподілу від температури рідини

З наведеного вище рисунка видно, що коефіцієнт  $R_t$  є функцією температури  $T$  і не відображає інших чинників. У разі коли відбувається зміна тиску необхідно використовувати закон Генрі. Постійна Генрі  $K$ , як і коефіцієнт розподілу  $R_t$ , є функцією температури.

Вимірювання концентрації озону зазвичай проводяться фотометричним методом, в основі якого використання закону Бугера-Ламберта-Бера:

$$I = I_0 \exp(-k_1 c d) \quad (3.7)$$

де,  $I_0$  - інтенсивність випромінювання кювети;

$I$  - інтенсивність випромінювання після проходження кювети;

$c$  - концентрація речовини в середовищі, що досліджується;

$d$  - довжина оптичної кювети;

$k_1$  - оптична постійна.

По ослабленню світлового сигналу визначають про концентрацію озону в рідкому середовищі.

### 3.5 Дослідження ефективності очищення води та знезараження кормів за допомогою озонування.

Щоб перевірити ефективність розробленої установки необхідно приготувати 1 дм<sup>3</sup> води із концентрацією барвника 40 мг/дм<sup>3</sup>. (В якості барвника можна використовувати будь-який барвник органічного походження). Для встановлення закономірності видалення барвників через кожні 5 хв виконують визначення оптичної густини, відбираючи пробу для аналізу через кран. Перед початком роботи встановлюють довжину хвилі та визначають довжину кювети, використовуючи для цього вихідний розчин. Перевірка ефективності очищення води за допомогою озонування виконувалась на завчасно приготовлених зразках (імітаторах стічних вод), що містять оливково-зелений барвник та легко змивний червоний.

В першому досліді напруга озонатора становила 25 кВ, об'єм озono-повітряної суміші, який пропускали 7 літрів, а концентрація барвника 40 мг/л. Визначимо вміст O<sub>3</sub> в ОПС за наступним рівнянням:

$$X = (V(Na_2S_2O_3) \cdot K \cdot 0.005 \cdot 24) / V \quad (3.8)$$

де  $X$  – вміст O<sub>3</sub> в озono-повітряній суміші г/дм<sup>3</sup>,  $V(Na_2S_2O_3)$  – об'єм тіосульфату необхідного титрування,

$K$  – поправочний коефіцієнт концентрації  $Na_2S_2O_3$

0,005 – концентрація  $Na_2S_2O_3$ ,

24 – еквівалент озону,

$V$  - об'єм озono-повітряної суміші.

$$X = \frac{7 \cdot 0,005 \cdot 24}{7} = 0,12 \text{ г/дм}^3$$

Визначаємо необхідний об'єм озону в озono-повітряній суміші.

де  $V$  – витрата озono-повітряної суміші, дм<sup>3</sup>/с, (3.9)

$t$  – час, за який пройшло  $V$  літрів газу.

Витрата озono-повітряної суміші рівна:

$$W = 7/164 = 0,0426 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Концентрацію озону, на виході озонатора визначається:

$$C(O_3) = X \cdot W; \text{ г } O_3 / \text{ дм}^3. \quad (3.10)$$

Концентрація озону складе:

$$C(O_3) = 0,12 \cdot 0,0426 = 0,00516 \text{ г } O_3 / \text{ дм}^3.$$

Оптична густина  $A_0 = 0,56$  (вихідного розчину барвника).

Після експозиції 5, 10, 15, 20, 25 хв були отримані наступні значення

оптичної густини:

$$A_5 = 0,54, A_{10} = 0,5, A_{15} = 0,46, A_{20} = 0,41, A_{25} = 0,40.$$

Для кожного з дослідів встановлюємо ступінь освітлення за наступним рівнянням.

$$Z = (A_{вих} - A) / A_{вих} \cdot 100\%; \quad (3.11)$$

де  $A_{вих}$  – оптична густина необробленого розчину;

$A$  – оптична густина розчину після обробки.

$$Z_5 = (0,56 - 0,54) / 0,56 = 3,6\%$$

$$Z_{10} = (0,56 - 0,5) / 0,56 = 10,71\%$$

$$Z_{15} = (0,56 - 0,46) / 0,56 = 17,85\%$$

$$Z_{20} = (0,56 - 0,41) / 0,56 = 26,78\%$$

$$Z_{25} = (0,56 - 0,4) / 0,56 = 28,57\%.$$

За результатами досліджень будемо залежність ступеня освітлення ( $Z$ ), від часу експозиції ( $t$ ).

З представленої залежності можна констатувати, що максимальна ступінь освітлення відбувається при експозиції 25 хвилин, ступінь освітлення при цьому склав 28,57%. Результати досліджень підтверджують ефективність використання озону.

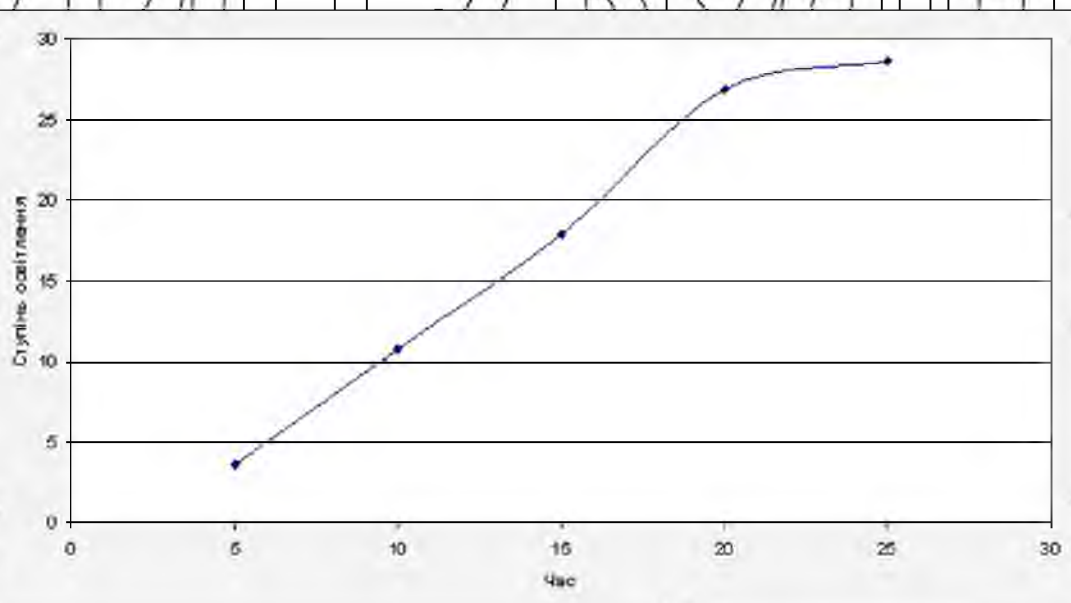


Рис. 3.10. Залежність ступеня освітлення ( $Z$ ) від часу експозиції ( $t$ ).

При застосуванні озону для знезаражуючої обробки кормів його дія грунтується на взаємодії з усіма сполуками, які входять до складу живої клітини. Озон діє на всі мікроорганізми руйнуючи їх мембрану та окислюючи протоплазму. В розглянутих наукових працях підтверджено не лише ефективний вплив озону на мікроорганізми, а й на токсини утворені пліснявими грибами. Графічні залежності життєздатності колоній пліснявих грибів та токсинів утворених ними при різних режимах обробки представлені на рис. 3.11 та рис. 3.12 відповідно. З наведених графічних залежностей видно, що обробка на протязі години з підтриманням концентрації озону вище 0,63 мг/л дозволяє очистити корми від всіх видів мікроорганізмів та токсинів.

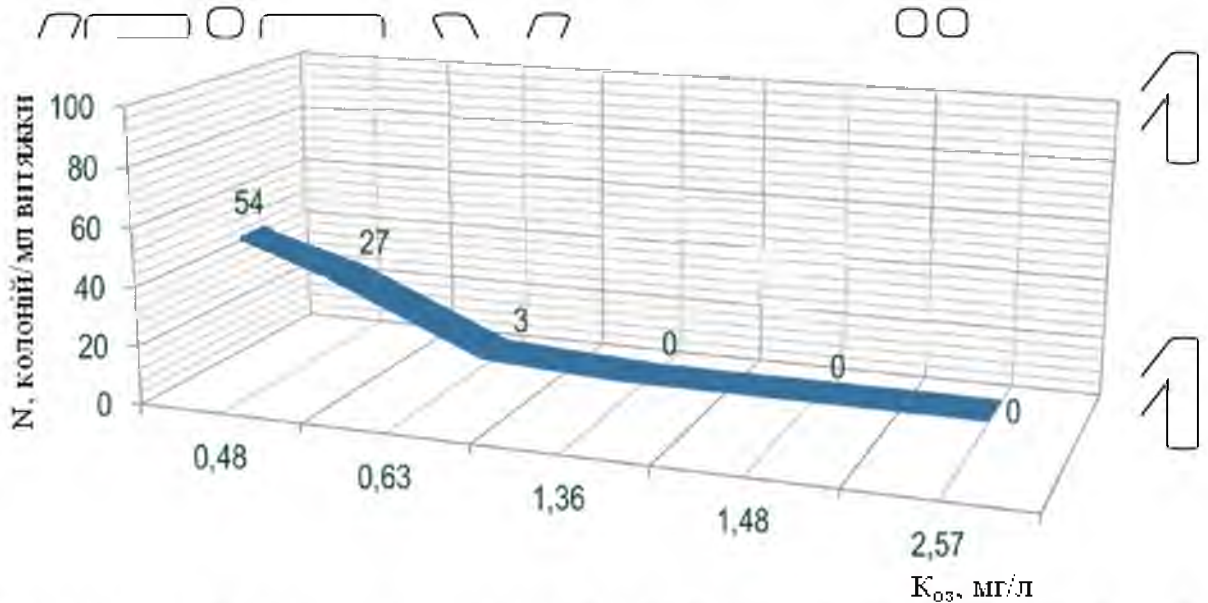


Рис. 3.11. Графічна залежність життєздатності пліснявих грибів від концентрації озону при експозиції 60 хв.

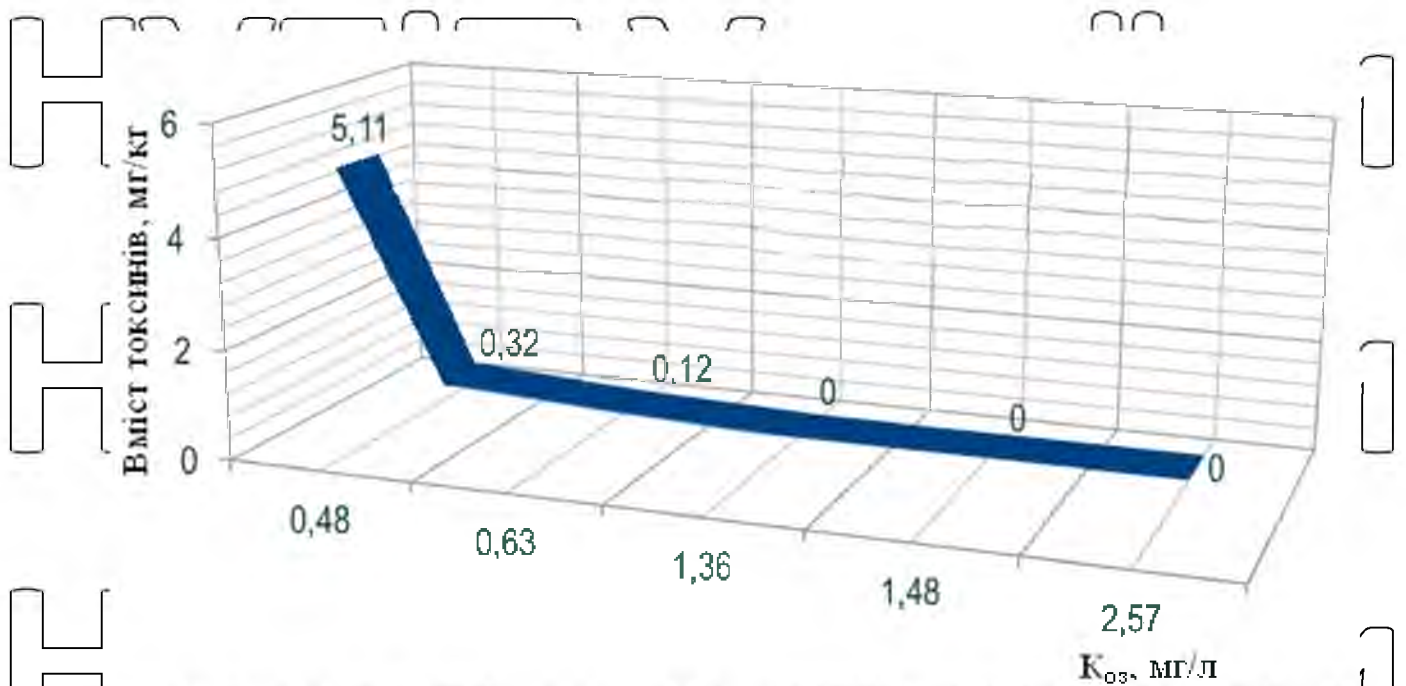


Рис. 3.12. Графічна залежність наявності токсинів в кормах від концентрації озону при експозиції 60 хв.

З наведеного вище можна констатувати, що озон може ефективно використовуватись в технологічних процесах АПК з метою обробки питної води, стічних вод та підвищення якості кормів.

#### РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ВИБІР ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

##### 1.1. Розрахунок електричних навантажень

Розрахунок перспективних електричних навантажень ПС рекомендується вести:

- для концентрованих промислових споживачів - з урахуванням даних відповідних проектних інститутів, а за їх відсутності методом прямого рахунку або з використанням об'єктів-аналогів;



Н - для розподіленого навантаження (комунально-побутові, сільськогосподарська та ін) - на основі статистичного підходу, а при наявності окремих концентрованих споживачів - з урахуванням коефіцієнта одночасності.

Н - Для вибору потужності трансформаторів підраховується максимальна електричне навантаження ПС. Для виконання розрахунків поточкорозподілу струмів (потужностей) у мережах розраховується навантаження кожної підстанції в період проходження максимуму навантаження енергосистеми або мережевого району.

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

Н - Розрахунок електричних навантажень ведемо згідно з методичними вказівками по росту електричних навантажень в мережах 0,38кВ.

Н - розрахунковим навантаженням називають найбільше із середніх значень повної потужності за час (півгодинний максимум), що може виникнути на вводі до споживача або в живлячій мережі у розрахунковому році з вірогідністю не менше (0,95). Розрізняють денні і вечірні розрахункові активні і реактивні навантаження. Згідно рекомендацій, розрахункові навантаження на вводі і

Н - окремих будівель та спорудах при наявності змінних чи добових технологічних графіків роботи ситового, нагрівачого й освітлювального обладнання знаходять методом побудови графіка електричних навантажень.

Н - Розрахункові навантаження виробничих будівель ферми приведені в таблиці 4.1.

Н - Підсумок розрахункових навантажень проводимо по денному максимуму, як денні розрахункові навантаження в більшості будівель ферми більші, або дорівнюють вечірнім.

Таблиця 4.1

Назва об'єкту	кількість	$P_{роз}$ , кВт
1. Приміщення для відгодівлі	4	23
2. Насосна	1	11
3. Дім тваринників	1	10
4. Службово- побутові приміщення	1	50
5. Приміщення для санобробки тварин	1	5
6. Кормоцех	1	50
7. Ветеринарна лікарня	1	10
8. Баня	1	3

Таблиця 4.2

**Підсумок розрахункових навантажень ліній ТП**

Ділянка лінії	l, КМ	$P_{дб.}$ , кВт	$P_{д.м}$ кВт	$\Delta P_{д.м}$ , кВт	$P_{д.}$ , кВт
Лінія 1.					
8 - 7	0,02	50	-	-	32
6 - 7	0,02	3	-	-	3
3 - 4	0,08	5	-	-	5
5 - 4	0,08	10	-	-	10
7 - 4	0,035	50	-	2	52
2 - 1	0,2	11	-	-	11
4 - 1	0,07	52	5 - Ю	3 + 6	61
0 - 1	0,01	61	11	6,7	67,7
Лінія 2.					

2-1	0,02	46	-	-	46
1 -0	0,1	46	46	31	77
Лінія 3.					
3 - 1	0,01	10	-	-	10
2 - 1	0,01	50	-	-	50
1 -0	0,12	50	10	6	56

Розрахункові навантаження для ТП:

$$P_{\Sigma} = 77 + 51 + 41 = 169 \text{ кВт},$$

Так, як навантаження трансформаторних підстанцій розраховуємо за одним денним максимумом, то коефіцієнт денного максимуму для трансформаторної підстанції з виробничим навантаженням буде такий:

$$K_{\partial} = 1,0 \text{ і } K_{\epsilon} = 0,6,$$

$$\text{Тоді: } P_{\partial} = 169 \text{ кВт. } P_{\epsilon} = 169 \cdot 0,6 = 101,4 \text{ кВт.}$$

Визначаємо відношення  $P_{\partial} / P_{\epsilon}$  для трансформаторної підстанції:

$$\frac{P_{\partial}}{P_{\epsilon}} = \frac{183,2}{109,96} = 1,66.$$

По відношенню  $\frac{P_{\partial}}{P_{\epsilon}}$ , визначаємо за допомогою довідника ( $\cos \phi$ ) для ТП

$$(\cos \phi_{\partial} = 0,75, \cos \phi_{\epsilon} = 0,8).$$

Відповідно при виробничому навантаженні маємо :

$$S_{\partial} = \frac{169}{0,75} = 225,3 \text{ кВА}$$

Відповідно з цим приймаємо трансформатор потужністю 160 кВА, для якого виконується умова:

□

$$S_{en} < S_{розр} \leq S_{ев} \quad (4.1)$$

де  $S_{en}$  і  $S_{ев}$  – верхня та нижня грані інтервалів навантажень для трансформаторів прийнятої номінальної потужності.

$$151 < 225,3 < 240$$

Для електрозабезпечення ферми вибираємо трансформаторну підстанцію типу ЗТП-10/0,4 з трансформатором ТМ 160/10.

#### 4.2. Розрахунок зовнішніх електричних мереж

Оскільки господарство розтшоване в районі кліматичних умов з товщиною стінки ожеледиці 10мм, приймаємо залізобетонні опори і розроблена оптимальна схема мережі 0,38 кв. вибір перерізу проводів повітряних ліній 0,38 кВ виконуємо по економічним навантаженням.

$$S_{екв} = S_{розр} \cdot K_D \quad (4.2.)$$

де  $S_{розр}$  – максимальне розрахункове навантаження на ділянці лінії.

$K_D$ - коефіцієнт, по динаміці росту навантажень =0,7.

Таблиця 4.3

#### Результати вибору перерізу проводів

Ділянка лінії	$P_d$ кВт	$\cos \varphi$	кВА	$S_e$ кВА	Провід, число фаз
Лінія 1.					
8-7	50	0,8	62,5	43,75	3А50+50
6-7	3	0,8	3,75	2,63	3А16+16
3-4	5	0,9	5,55	3,89	3А16+А16
5-4	10	0,85	11,7	8,19	3А25+А25
7-4	52	0,75	69,3	48,5	3А50+А50
2-1	11	0,80	13,75	9,63	3А25+А25
4-1	61	0,75	81,3	56,9	3А5(НА50
0-1	67,7	0,75	98,2	63,2	3А50+А50
Лінія 2.					
2-1	46	0,75	61,3	42,91	3А50+А50

0 - 1	77	0,75	102,6	71,8	3A50+A50
Лінія 3.					
3 - 1	10	0,9	11,1	7,77	3A16+A16
2 - 1	50	0,9	55,5	38,85	3A50+A50
0 - 1	56	0,9	62,2	43,54	3A50+A50

### 4.3. Перевірка повітряних ліній за умовами допустимого зниження напруги

Щоб задовольнити нормальну роботу силових електроприймачів, лінії електропередачі необхідно розрахувати так, щоб при максимальному навантаженні в точці, найбільш віддаленій від джерела живлення відхилення було не більше (-5 %); тобто - ( $\Delta U_{100} \geq 5\% U_H$ ), а при мінімальному навантаженні у точці, приближеній до джерела, не більше ( $\Delta U = +/- 5\%$ ).

Допустимі втрати напруги визначають за допомогою таблиці відхилення, що складається відповідно до схеми електричних мереж.

На шинах РТП 35/10 кВ від якої одержує живлення ферма по відгодівлі ВРХ, повинно забезпечуватися зустрічне регулювання напруги в мережах від (0 до +5 %), номінальної напруги електромережі, тобто відхилення на шинах підстанції складатиме:

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

Стандартний трансформатор живлення виготовляється так, що за допомогою основного коефіцієнта трансформації на вторинній обмотці здійснюється постійна надбавка (+5%), а за допомогою відгалужень можна примати 2 допоміжні надбавки по (+2,5%), або дві надбавки по (-2,5%). Для трансформаторів, що використовуються в сільському господарстві і мають навантаження, які близькі до номінальних можна прийняти, що втрати напруги при максимальному (100 %) навантаженні (4-5 %), а при мінімальному (25 %) навантаженні (1-1,25 %) номінальної напруги трансформатора.

тобто:

$$\Delta U_{100}^f = (4\% - 5\%) \cdot U_{ном}$$

$$\Delta U_{25}^f = (1\% - 1,25\%) \cdot U_{ном}$$

В таблицю допустимих відхилень напруги (таблиця 4.4) записуємо відомі величини, а найбільш потрібний режим роботи вибираємо методом підбору необхідних відгалужень обмоток трансформатора.

Таблиця 4.4

**Допустиме відхилення напруги**

Елементи схеми енергозабезпечення	Режим роботи	
	100%	25%
Шпони 19 кВТ РПЦ-35/10кВ	0	0
Лінії 10 кВТ	-6	-1,5
Трансформатор ТП 10/0,4 кВ: Постійна надбавка	+5	+5
Регульована добавка	0	0
Втрати	+4	-1
Допустимі втрати в лінії 0,38 кВ	-7	0
Відхилення напруги на затискачах електроприймачів	-5	+2,5
Допустиме відхилення напруги	-5	+5

Проводи повітряних та кабельних ліній 0,38 кВ повинні задовольнити допустимій втраті напруги, тобто:

$$\Delta U_n \leq \Delta U_{дон}, \quad (4.3)$$

де  $\Delta U_n$  - сумарні дійсні витрати напруги на всіх ділянках лінії 0,38 кВ від трансформаторної підстанції до віддаленого об'єкту мережі, %;

$\Delta U_{дон}$  - допустимі втрати напруги в лінії, %.

Сумарні втрати напруги:

$$\Delta U_n = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \dots + \Delta U_n, \quad (4.4)$$

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

# НУБІП України

$$\Delta U_l = \frac{100(r_0 \cdot P_p + x_0 \cdot Q_p) \cdot l}{U_{ном}^2} \quad (4.5)$$

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

$P$  – активна потужність, що передається по ділянці лінії, кВт;

$l$  – довжина ділянки лінії, км;

$\Delta U_{ном}$  – номінальна напруга лінійної мережі;

$X_0$  – індуктивний опір проводів ділянки лінії, ом/км

$Q$  – реактивна потужність, що передається по ділянці лінії, квар;

Активну й реактивну потужність розраховуємо по формолі:

# НУБІП України

$$\begin{aligned} P &= S_p \cdot \cos \varphi_{cp} \\ Q &= S_p \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_{cp}} \end{aligned} \quad (4.6)$$

де  $S_p$  – розрахункова потужність ділянки мережі, квар;

$\cos \varphi_{cp}$  – середньозважуваний коефіцієнт потужності.

$$\cos \varphi_{cp} = \frac{\sum S_i \cdot \cos \varphi_i}{\sqrt{(\sum S_i \cdot \cos \varphi_i)^2 + (\sum S_i \cdot \sin \varphi_i)^2}} = \frac{\sum S_i \cdot \cos \varphi_i}{\sqrt{S_i^2 + 1}} \quad (4.7)$$

де  $S_i$  – розрахункове навантаження 1-го споживача;

$\cos \varphi_i$  – коефіцієнт потужності споживача.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 4.5. допустимі втрати напруги

згідно таблиці 4.7.

Найбільш фактичні втрати напруги  $\Delta U_l \approx 12\%$

# НУБІП України

# НУБІП України

Таким чином:  $\Delta U_D = 8,92\%$   $\leftarrow \Delta U_{дон} = 12\%$   $\Delta U_{дон} = 8,92\%$

Переріз проводів всіх ділянок ліній вибрано правильно

Таблиця 4.5.

Ділянка лінії	S, кВА	cos φ	ΔU ділянки, %	ΔU від джерела, %
Лінія 1.				
0-1	90,2	0,75	4,1	4,1
4-1	81,3	0,75	3,7	7,8
2-1	13,75	0,8	2,5	6,6
7-4	61,3	0,75	0,98	8,78
5-4	11,7	0,85	0,03	7,83
3-4	5,55	0,9	0,05	7,85
6-7	3,78	0,75	0,03	8,81
8-7	62,5	0,75	0,14	8,92
Лінія 2.				
0-1	102,6	0,75	3,35	3,35
2-1	61,3	0,75	0,21	3,56
Лінія 3.				
0-1	62,2	0,9	3,97	3,97
2-1	55,5	0,9	0,3	4,27
3-1	11,1	0,9	0,01	3,98

## Перевірка електричних мереж на можливість пуску асинхронного електродвигуна з короткозамкнутим ротором

Електрична мережа струмом 0,38 кВ, від якої живляться асинхронні електродвигуни, повинна забезпечувати нормальний пуск та стійку роботу під



час пуску усіх інших раніше увімкнених двигунів. Найбільш потужним на фермі є двигун транспортера ТСН - 160.

$$P_H=4\text{кВт.}, I_H=8,5\text{А}; \cos\varphi 0.86; K1 = 6.5.$$

Нормальний пуск електродвигуна на затискачах електродвигуна під час пуску визначають як алгебраїчну суму відхилення напруги ( $\Delta U_{\text{в}} \%$ ) на шинах 10кВ

споживчої трансформаторної підстанції, сумарних втрат напруги ( $\Delta U_n \%$ ), створених пусковим струмом, втрат напруги у трансформаторі ( $\Delta U_t \%$ ), і в лінії 0,38кВ, ( $\Delta U_l \%$ ).

тобто:

$$\Delta U_{\text{ф.н.}}\% = (\pm\Delta U_{\text{в}}) + \Delta U_t - \Delta U_n - \Delta U_l \quad (4.8)$$

Відхилення напруги на шинах 10 кВ споживчої трансформаторної підстанції, %.

$$\Delta U_{\text{в}} \% = \Delta U_{\text{т.н.}} - \Delta U_{\text{л.в}} \quad (4.9)$$

де  $\Delta U_{\text{т.н.}}$  - відхилення напруги на шинах 10 кВ районної трансформаторної підстанції (35/10кВ,%);

$\Delta U_{\text{л.в}}$  - втрати напруги високовольтної лінії,%.

$$\Delta U_{\text{в}} \% = 5-4=1\%$$

Втрати напруги в мережі %, створені пусковим струмом, розраховуємо за формулою:

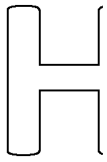
$$\frac{Z_T + Z_l}{Z_T + Z_l + Z_{\text{об}}} \cdot 100\%, \quad (4.10)$$

де  $Z_m$  – повний опір трансформатора, ом;

$Z_l$  – повний опір лінії 0,38 кВ від трансформатора до затискачів електродвигуна, пуск якого здійснюється, ом.

$Z_{\text{об}}$  – повний опір короткого замикання електродвигуна, ом.

Повний опір трансформатора визначаємо по формулі, Ом:

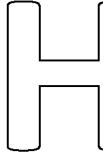


$$Z_T = \frac{U_k \% \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H} \quad (4.11)$$

де  $U_k \% = 4,5$  – наруга к.з трансформатора.

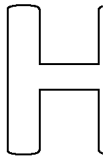
$U_H$  - лінійна напруга трансформатора,  $U_H = 400\text{В}$ .

$S_H$  – 160000 ВА – номінальна потужність трансформатора.



$$Z_T = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 160000} = 0,045 \text{ Ом}$$

Повний опір лінії визначаємо таким чином:

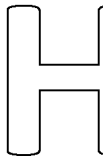


$$Z_{\text{л}} = \sqrt{(\sum r_{oi} \cdot l_s)^2 + (\sum x_{oi} \cdot l_i)^2} \quad (4.12)$$

де  $r_{oi}$  – кВ активний опір в першій ділянці лінії, ом/км;

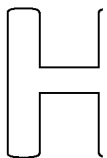
$x_{oi}$  – індуктивний опір проводу в 1-й ділянці лінії;

$l$  – довжина ділянки, км.



Повний опір лінії складається з опорів ділянки повітряної лінії 0,38 та опору внутрішньої проводки, що виконана проводом марки АПВ перерізом 16 мм<sup>2</sup> довжиною 7 метрів.

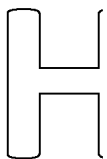
$$Z_{\text{л}} = \sqrt{(0,015 \cdot 0,45 + 0,04 \cdot 0,45 + 0,007 \cdot 1,14)^2 + (0,315 \cdot 0,015 + 0,315 \cdot 0,04 + 0,377 \cdot 0,007)^2} = 0,037 \text{ Ом}$$



Повний опір короткого замикання двигунів, Ом;

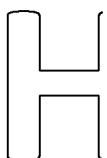
$$Z_{\text{ДВ}} = \frac{U_{\text{ном.ф}}}{KI_{\text{ном.ф}}} \quad (4.13)$$

де  $U_{\text{ном.ф.}} = 220 \text{ В}$  і  $I_{\text{ном.ф.}} = 44 \text{ А}$  – номінальна фазна напруги та струм двигуна.



$$Z_{\text{ДВ}} = \frac{220}{6,5 \cdot 8,5} = 3,98 \text{ Ом}$$

Втрати напруги у мережі, створені пусковим струмом, %:



$$\Delta U_n \% = \frac{0,045 \cdot +0,037}{0,0288 + 0,037 + 3,98} \cdot 100\% = 2\%$$



Втрати напруги у трансформаторі від раніше увімкненого навантаження визначаємо по формолі:

$$\Delta U_T \% = \frac{S_H}{S_{НОМ}} \cdot (U_a \cos \varphi + U_p \sin \varphi) \quad (4.14)$$

де  $S_H$  – максимальна потужність навантаження, кВа;

$S_{НОМ}$  – номінальна потужність трансформатора, кВа;

$U_a$  – активна складова напруги короткого замикання, %

$U_p$  – реактивна складова напруги короткого замикання трансформатора, %.

$\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності навантаження.

Розраховуємо активну складову напруги короткого замикання, %:

$$U_a = \frac{\Delta P_M}{S_{НОМ}} \cdot 100\% \quad (4.15)$$

$\Delta P_M$  – втрати потужності в обмотках трансформатора при його нормальному навантаженні, кВт.

$$\Delta P_M \approx \Delta P_{КЗ} \approx 2,6 \text{ кВт}$$

$$U_a = \frac{2,6}{160} \cdot 100 = 1,63\%$$

Реактивна складова напруги короткого замикання трансформатора визначається таким чином, %:

$$U_p = \sqrt{(U_{КЗ})^2 - (U_a)^2} \quad (4.16)$$

де  $U_{КЗ}$  – напруга к.з трансформатора, %.

$$U_p = \sqrt{4,5^2 - 1,63^2} = 4,19\%$$

Розраховуємо втрати напруги в трансформаторі:

$$\Delta U_T = (1,63 \cdot 0,8 + 4,19 \cdot 0,6) \cdot \frac{225,3}{160} = 5,38\%$$

Втрати напруги в попередньо навантаженій лінії  $\Delta U_a = 8,92\%$  (табл.4,5)

Фактичне зниження напруги на затискачах електродвигуна під час пуску дорівнює:

$$\Delta U_{\text{фн}} = 1 + 5 - 2 - 5,38 - 8,9 = -10,3\%$$

Максимально допустиме зниження напруги на затискачах електродвигуна, пуск якого визначається за формулою:

$$\Delta U_{\text{доп.п.}} = \left(1 - \sqrt{\frac{M_{\text{зан}} + M_{\text{надл}}}{M_n}}\right) \cdot 100\% \quad (4.17)$$

де  $M_{\text{зан}}$  – момент пуску робочої машини, Н·м;

$M_{\text{надл}}$  – надлишковий момент двигуна, що необхідний для розвороту електродвигуна, Н·м;

$M_n$  – пусковий момент двигуна, ( $M_n = 54,78$  Н·м).

$$M_{\text{надл}} = M_n \cdot 0,3 = 7,82 \text{ Н·м}$$

$$\Delta U_{\text{доп}} = \left(1 - \sqrt{\frac{26,08 + 7,82}{54,78}}\right) \cdot 100 = 21,5\%$$

Таким чином: ( $U_{\text{фн}} = 10,3\% < \Delta U_{\text{доп}} = 21,5\%$ ).

Запуск електродвигуна транспортера ТСН 160 можливий.

#### 4.4. Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах

##### однофазного короткого замикання

Захисні апарати перевіряють по найбільшому та найменшому значенню струмів трифазного й однофазного короткого замикання. Для забезпечення автоматичного відключення аварійної ділянки повинна виконуватись така умова:

$$\frac{I_{\text{кз}}^{(1)}}{I_{\text{ном.тепл.розч.}}} \geq 3 \quad (4.18)$$

Проведемо перевірку автоматичного вимикача ВА-2046, для захисту електродвигуна насоса ПЖН-200.

Струм однофазного короткого замикання визначимо за формулою, А:

$$I_{K.3.}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{K.3.}}{3} + Z_{II}} \quad (4.19)$$

де  $\frac{Z_T}{3} = \frac{26}{S_{НОМ}}$  - повний опір трансформатора струму замикання на корпус;

$$\frac{Z_T}{3} = \frac{26}{160} = 0,1625 \text{ Ом}$$

розраховуємо повний опір петлі "фаза-нуль", Ом;

$$Z_{II} = \sqrt{(\sum R_{II})^2 + (\sum X_{II})^2}, \quad (4.20)$$

де  $\sum R_{II}$  - повний активний опір петлі, Ом;

$$\sum X_{II} = \text{повний реактивний опір петлі, Ом};$$

$$\sum R_{II} = R_{\phi} + R_H + R_K \quad (4.21)$$

де  $R_{\phi}, R_H, R_K$  - активні опори фазного, нульового проводу

контактів, Ом:

$$R_{\phi} = \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot K \cdot t, \quad (4.22)$$

де  $\rho$  - питомий опір метала при постійному струмі й температурі 20 С.  
(приймаємо  $\rho = 31,4$  Ом мм<sup>2</sup>/км для алюмінію),

$l$  - довжина проводу, км;

$$S - \text{переріз проводу, мм.}$$

$$K_t = 1 + \frac{a}{P} (t - t_{20}), \quad (4.23)$$

де  $a$  - температурний коефіцієнт електричного опору (для алюмінію = 0,004)

$P$  - коефіцієнт, який враховує залежність між проявом поверхневого ефекту та температурою ( $P=1$ ),

$t$  - розрахункова температура металу, С;

$t_{20}$  - початкова температура металу, 20 С;

$$K_t = 1 + \frac{0.004}{1} (65 - 20) = 0.0012 \text{ Ом}$$

Визначаємо активний опір ділянок внутрішньої проводки.

НУБІП України

$$R_{\phi,1} = 31,4 \cdot \frac{0,0005}{16} \cdot 1,18 = 0,0012 \text{ Ом}$$

$$R_{\phi,2} = 31,4 \cdot \frac{0,0065}{16} \cdot 1,18 = 0,015 \text{ Ом}$$

НУБІП України

Розраховуємо активний опір лінії:

$$R_L = 0,055 \cdot 0,415 = 0,0228$$

Визначаємо активний опір внутрішніх проводок:

$$R_{\phi} = R_{\phi,1} + R_{\phi,2} = 0,0012 + 0,015 = 0,0162$$

НУБІП України

Опір нульового провoda приймаємо  $R_H = 0,039 \text{ Ом}$ .

Опір контактів апаратів, встановлених на ТП, дорівнює (0,015 Ом), встановлених на розподільчому щитку – 0,02 Ом, встановлених біля електроприймачів – 0,03 Ом.

$$R_K = 0,015 + 0,02 + 0,03 = 0,065 \text{ Ом.}$$

НУБІП України

Розраховуємо повний активний опір пеглі фаза-нуль.

$$\sum R_{\Pi} = 0,0162 + 0,0228 + 0,039 + 0,065 = 0,143 \text{ Ом}$$

$$\sum X_{\Pi} = 2X'_{\phi H} - X'_{\phi\phi} - X'_{HH} + X''_{\phi} + X''_H$$

НУБІП України

де  $X'_{\phi H}$  – зовнішній індуктивний опір провoda Ом/км;

$X'_{\phi\phi}$  і  $X'_{HH}$  – зовнішній індуктивний опір самоіндукції, що залежить від геометричних розмірів фазного і нульового провoda. Ом/км;

$X''_{\phi}$  і  $X''_H$  – зовнішні індуктивні опори самоіндукції, який залежать від

ступення прояву поверхневого ефекту у металі Ом/км.

НУБІП України

$$X'_{\phi H} = 1451 \lg l_{\phi H} \quad (4.24)$$

де  $l_{\phi H}$  – відстань між фазним та нульовим провідником, мм;

$$X'_{\phi H} = 1451 \lg 400 = 0,377 \text{ Ом/км}$$

Оскільки інші складові індуктивного опору незначні, ними нехтуємо, та розраховуємо таким чином:

НУБІП України

$$\sum R_{\Pi} = 2 \cdot X'_{\phi H} + X'_{\phi H} \quad (4.25)$$

$$X_H'' = 0,6 \cdot R_{20} = 0,6 \cdot 0,044 = 0,026 \text{ Ом/км}$$

$$R_{20} = \rho \frac{l}{S} = 31,4 \cdot \frac{0,04}{50} = 0,044 \text{ Ом}$$

$$\sum X_H = 2 \cdot 0,377 + 0,026 = 0,01 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір петлі "фаза-нуль":

$$Z_H = \sqrt{(0,143)^2 + (0,1)^2} = 0,147 \text{ Ом}$$

Знаходимо струм однофазного короткого замикання:

$$I_{к.з.}^{(1)} = \frac{220}{0,1625 + 0,174} = 654 \text{ А}$$

$$\frac{654}{25} = 26,2 > 3$$

Умова виконується – автоматичний вимикач буде відключати струм короткого замикання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 5.

### РЕКОМЕНДАЦІЇ З МОНТАЖУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ.

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

Об'єм робіт по обслуговуванню енерго устаткування розраховують із використанням перевідних коефіцієнтів та системи умовних одиниць.

Необхідно враховувати умови використання, сезонність експлуатації обладнання, час роботи електрообладнання. Результати розрахунків представлено в таблиці.5.1.

Кількість електромонтерів необхідне для обслуговування електрообладнання іташника знаходимо:

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

Електрообладнання всієї ферми обслуговує 2 електромонтери

Таблиця 5.1  
Об'єму робіт по обслуговуванню електротехнічного обладнання умовних одиниць

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

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



# НУБІП України

Річні затрати праці на ТО та ПР електрообладнання приймаються на підставі нормативних норм періодичності та трудомісткості ТО і ПР по кожному з видів обладнання. Кількість запланованих протягом року ТО та ПР визначаємо згідно системи ПР та ТО періодичності, скоригованим з сезонністю використання обладнання, а для двигунів – змінами роботи.

# НУБІП України

Трудоємність сезонних ТО приймають на 15% більше звичайного. Річні трудозатрати можна визначити згідно формули:

$$Q_{to} = n_1 \times q_1 \times m_1 + n_2 \times q_2 \times m_2 + \dots + n_n \times q_n \times m_n; \quad (5.2)$$

$$Q_{tr} = n_1 \times q'_1 \times m'_1 + n_2 \times q'_2 \times m'_2 + \dots + n_n \times q'_n \times m'_n; \quad (5.3)$$

де  $q_1 \dots q_n$  і  $q'_1 \dots q'_n$  - нормативні значення трудоємності ТО і ПР для різних видів обладнання;  
 $n_1 \dots n_n$  - орієнтовна кількість обладнання різних видів  
 $m_1 \dots m_n$  і  $m'_1 \dots m'_n$  - необхідна кількість ТО і ПР згідно плану для

кожного виду електротехнічного обладнання.

$$Q_{загальне} = Q_{to} + Q_{tr} \quad (5.4)$$

Розрахунки річних трудозатрат заносимо в таблицю 5.2.

# НУБІП України

# НУБІП України

Таблиця 5.2

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

Найменування обладнання	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 до 3 кВт	1,5кВт	5	0,4	2	4,0	20
	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
Авт. вимикачі	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	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
Нагрівачі	53кВт	1	1,4	1,4	9,6	9,6
Освітлювальні прилади	21шт	21	2,1	2,1	0,25	5,25
Кнопки управління		30	0,02	0,6	-	-
Силова зборка з	7гр	2	5,4	1,08	8,1	16,2

числом груп						
Освітлювальні щити	6гр	1	0,36	0,36	5,4	5,4
Силові мережі	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 мережі	2,5мм <sup>2</sup>	200	4,8	0,96	72	14,4
Всього: Річні трудозатрати Qзаг				27,07	254,34	227,27

### 5.3. Планування технічного обслуговування та ремонту електротехнічного обладнання пташника.

Безпечна та надійна робота електрообладнання можлива за умови якісного та своєчасного виконання обслуговування, технічного контролю та поточного ремонту. Формою організації ТО є система планового ремонту і технічного обслуговування електроустановок, яка містить сукупність заходів по догляду, обслуговуванню та ремонту.

Для планування технічного обслуговування та ремонту обладнання складають річний графік проведення ПР та ТО.

Виконання необхідних робіт, які включені до об'єму ТО та ПР, розраховують на бригаду електромонтерів.

На птахофермі існує сезонність використання деякого обладнання тож при плануванні ТО необхідно враховувати, що трудомісткість робіт в деякі періоди вище на 15%. ТО сезонного обладнання проводиться на початку та в кінці сезону.

Перед початком сезону необхідно передбачити поточний ремонт електрообладнання.

Таблиця 5.3

## Графік поточного ремонту електрообладнання на 2020 рік.

Найменування електрообладнання	Норм. кількість ПР в рік	Трудомісткість прац. люд./год		Виконання ПР по місяцям												
		На одиницю	Всього	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Електродвигуни:																
0,37 кВт	16	4,1	64,6									X				
1,5кВт	1	4,0	20									X				
2,5кВт	4	4,3	17,5									X				
3,3кВт	6	4,4	26,4									X				
6,6кВт	1	4,8	14,4									X				
Автоматичні вимикачі:																
до 50 А	1	1,75	33,25									X				
до 100А	1	2,0	2,0									X				
Магнітні пускачі:												X				
до10А		1,5	28,5									X				
до25А		1,58	1,58									X				
до50А		1,81	1,81									X				
до 100А		2,1	2,1									X				
Нагрівачі:	4	9,6	38,6									X				
Кнопки управління												X				
Освітлювачі		0,25	5,25									X				
Силовa збірка освітлювальна		7,2	7,2									X				
Щитки		5,4	5,4									X				
Силoві електропроводи		150	7,5									X				
Освітлювальні електропроводи	1	72	144									X				

Таблиця 5.4

## Графік ТО електрообладнання пташника

Найменування електрообладнання	К-сть ТО за рік	Грудомісткість ТО люд/год		Виконання ТО по місяцям і дням									
		На од. обладн.	Всього ТО	квітень			травень			червень			
				10.15	11.15	12.15	01.16	02.16	03.16	04.16	05.16	06.16	
Електродвигуни													
-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	
Силова збірка на бгр.	3	0,48	0,48			-6		4-28			-6	
Освітлювальний щиток на бгр	3	0,36	0,36			-6		4-28			-6	
Силові електропроводки	2	10	0,5				-3			-2		
	2	4,8	0,14				-3			-2		
Освітлювальні електропроводки	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											

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1 Перелік основних нормативних документів

1. Закон України "Про охорону праці". Постанова Верховної Ради України від 14.11.92 № 2695-ХІІ.
2. Закон України "Про дорожній рух". Постанова Верховної Ради України від 28.01.93.
3. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.
4. ДБН А 3.1-3-94. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів.
5. НАПБ А.01.001.-95. Правила пожежної безпеки України, затверджені наказом МВС України від 22.06.95 № 400, зареєстровані Мінюстом України 14.07.95 за № 219/95.
6. Типове положення про службу охорони праці: затверджено. Наказом Держнаглядохоронпраці України від 03.08.93 № 73, зареєстроване в Мінюсті України 30.09.93 за № 140.
7. Положення про медичний огляд працівників певних категорій: затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94 № 45, зареєстроване в Мінюсті України 21.06.94 за № 136/345.
8. ДНАОП 0.00-4.26-96. Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Зареєстровано в Мінюсті України 18.11.96 № 667/1692.
9. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (Держенергонагляд України.- К.: Дисконт. 1995.-260с.
10. Правила технічної експлуатації тепловикористовуючих установок і теплових мереж (Держенергонагляд України.- К.: Дисконт. 1995.-81с

11. Правила безпечної експлуатації електроустановок ДНАОП 1.1.10-1.01-97 – К.: 1997. – 265 с.

12. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів ДНАОП 0.00.1.21.- 98 (Держнаглядохоронпраці України.- К.: Основа, 1998. – 380 с.

Поява все більшої кількості електрообладнання у виробництві призводить до зростання випадків електротравматизму. Це пояснюється не достатньою кваліфікацією працівників або ж недосконалою організацією работ. Не знання правил електробезпеки або нехтування ними, допус в експлуатацію несправного обладнання реалії сьогодення.

Охорона праці – це система законодавчих нормативів, соціально-економічних, технічних, організаційних, гігієнічних, лікарсько-профілактичних заходів та засобів, які здатні забезпечити виробничу безпеку, зберегти здоров'я та працездатність людини при виконанні службових обов'язків.

Щоб підвищити безпеку експлуатації електроустановок і раціональне використання електроенергії на виробництві необхідні висококваліфіковані працівники.

Важлива роль відводиться організації робочих місць, організації праці і виробництва, профорієнтації і профвідбору, вивченню безпечних прийомів праці, зміцненню трудової та виробничої дисципліни, контролю за умовами праці і станом здоров'я працюючих, участі самих робітників і службовців в створенні здорових і безпечних умов праці.



Таблиця 6.1 Класи виробничих зон і категорії приміщень

По навколишньому середовищу	По ступеню ураження електрист- румом	По блискавк о-захисту	Клас приміщен я по пожежонеб ез-пеці	Клас приміщення по вибухо- небезпеці	Клас по ступен ю займання вогнист ій-кості	По ступеню займання матеріалу	Найменування приміщень
Сухе опалене	Без підв. небезпеки	ІІІ	П-ІІ	В-І Іа	ІІ	Важко зг.	Дім тваринників
Особливо сире з хім.. акт. середовищем	Особ. небезп.	ІІІ	П-ІІ	В-І Іа	ІІ	Важко зг.	Телятник на 280 Г
Сухе	Без підв.неб.	ІІІ	П-ІІ	В-І Іа	ІІ	Важко зг.	Будівля для сан. обробки худоби
Сире	З підв.неб.	ІІІ	П-ІІ	В-І Іа	ІІ	Важко зг.	Ветеринарна лікарня
Особливо сире з хім.. акт. середовищем	Особ. небезп.	ІІІ	П-ІІ	В-І Іа	ІІ	Важко зг.	Баня
Сухе опалене	Без підв.неб.	ІІІ	П-ІІ	В-І Іа	ІІ	Важко зг	Кормоцех
Сухе опалене	Без підв.неб.	ІІІ	П-ІІ	В-І Іа	ІІ	Важко зг	Насосна
Сухе опалене	Без підв.неб.	ІІІ	П-ІІ	В-І Іа	ІІ	Важко зг	Службово побут. приміщення

## 6.2. Визначення класів виробничих зон і категорій приміщень

Із наведеної вище таблиці 6.1 видно, що більшість приміщень ферми згідно умов навколишнього середовища відноситься до сирих або особливо сирих приміщень із хімічно - активним середовищем. Відносна вологість повітря в таких приміщеннях перевищує 75%. В повітрі також знаходяться пари аміаку, які здійснюють негативну дію на ізоляцію проводів та інших електроприладів. Для видалення із приміщень вологи та аміаку передбачена припливно-витяжна вентиляція.

### 6.2.1. Визначення найбільш небезпечних частин електроустановок

При експлуатації електрообладнання в приміщенні телятника необхідно дотримуватись наступних вимог:

- переріз нульового провода в електромережах повинен відповідати перерізу фазного:

- ввід повітряних ЛЕП у телятник захищають від громових перенапруг установкою розрядників, заземленням штирів та ізоляторів лінії,

- для унеможливлення ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом, металеві частини всіх установок, на яких може з'явитися потенціал вразі пошкодження ізоляції, занулюють і заземляють.

- для забезпечення електробезпеки ВРХ даним проектом передбачено улаштування обладнання для вирівнювання електричних потенціалів в стійловому приміщенні. Обладнання для вирівнювання електричних потенціалів містить повздовжні металеві провідники діаметром 6 мм, які розміщені в кожному ряді під передніми ногами тварин.

## 6.3. Заходи щодо забезпечення належних умов праці персоналу на фермі по відгодівлі молодняку ВРХ

# НУБІП України

Для обслуговуючого персоналу передбачені побутові приміщення в яких передбачені спеціальні плакати з безпеки праці. Весь персонал ферми забезпечений спецодягом.

Для запобігання травматизму та нещасних випадків усі обертаючі деталі машин й вузли механізмів закрито захисними кожухами або сіточними огороженням.

В кімнатах для персоналу та на робочих місцях передбачено розміщення аптечок для надання першої медичної допомоги.

Серед основних заходів виробничої санітарії є:

- дотримання нормативних значень освітленості в приміщеннях;
- влаштування системи опалення у приміщеннях для персоналу.

#### 6.4 Розрахунок потреби та вибір захисних засобів

Для персоналу, що обслуговує електроустановки необхідно передбачити забезпечення необхідними засобами захисту у відповідності з ПТЕ і ПТБ, які забезпечать захист від ураження електричним струмом.

Таблиця 6.2

#### Розрахунок необхідних захисних засобів.

Найменування	Марка, тип	Од. вимір	Кількість
Вказівник напруги	ВНН-1	шт.	4
Діелектричні рукавички		пар	4
Комплект інструменту	МН-64	комплект	4
Заземлення переносні	ШЗП-1	комплект	2
Знаки безпеки		комплект	6
Діелектричні боти		пар	4
Діелектричний ковбик		шт.	6
Респіратор	У-2К	шт.	4
Окуляри/захисні	033-9	шт.	4
Пояс захисний	ПО-1	шт.	4

Універсальні кігті-лази

шт.

4

Шоломи захисні

шт.

4

### 6.5. Заземлення та основні заходи безпеки.

Розрахункові дані для розрахунків згідно географічного розміщення господарства:

- питомий опір 1-го шару ґрунту  $\rho_1=270$  Ом м;

- питомий опір 2-го шару ґрунту  $\rho_2=140$  Ом м;

- глибина залягання 1-го шару  $h_1=3.5$  м.

Розраховуємо еквівалентний опір ґрунту за наступним рівнянням:

$$\rho_{\text{ЕКВ}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot l}{\rho_1(t_1 + k \cdot l - h_1) + \rho_2(h_1 - t_1)}, \text{ Ом} \cdot \text{ м} \quad (6.1)$$

де  $k$  – це коефіцієнт, при  $\rho_1 > \rho_2$  ( $k=1$ )

$l$  – довжина стержнів системи заземлення, ( $l=6$  м);

$t_1$  – заглиблення, ( $t_1=0,8$  м).

$$\rho_{\text{ЕКВ}} = \frac{270 \cdot 140 \cdot 1 \cdot 6}{270(0,8 + 1 \cdot 6 - 4) + 140(3,5 - 0,8)} = 337,35 \text{ Ом} \cdot \text{ м}$$

Оскільки еквівалентний опір ґрунту перевищує 100 Ом, то допустимий опір заземлюючого пристрою допускається збільшувати на  $\rho/100$ .

Маємо:  $R_{\text{д}} = 3,5 \cdot 3,37 = 13,48 \text{ Ом}$

Схема заміщення заземлюючого пристрою представлено на рисунку 61

НУБІП України

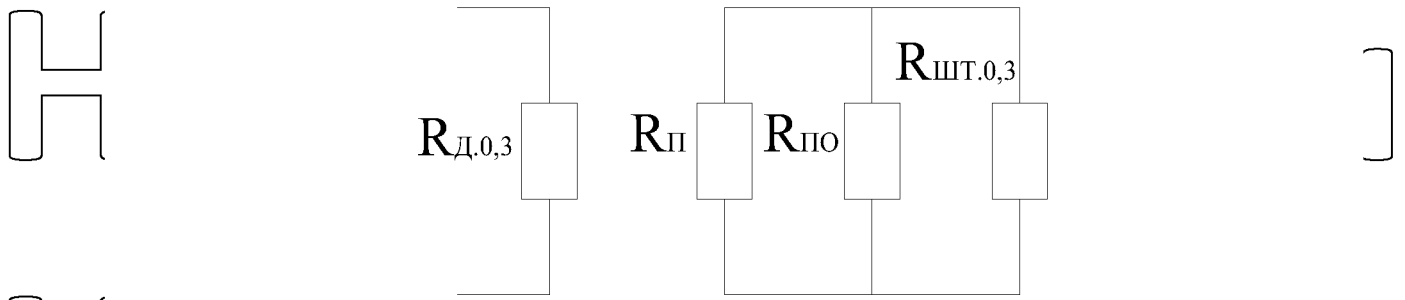


Рис. 6.1. Схема заміщення заземлюючого пристрою

Розраховуємо опір природніх елементів контура заземлення згідно рівняння:

$$R_{ПР} = 0.5 \frac{\rho_{ЕФ}}{\sqrt{S}}, Ом \quad (6.2)$$

де  $S$  – загальна площа фундаменту, ( $S=50 \text{ м}^2$ )

$$\rho = \rho_1(1 - e^{-\alpha \frac{h_1}{\sqrt{S}}}) + \rho_2(1 - e^{-\beta_1 \frac{\sqrt{S}}{h_1}}), Ом \cdot м \quad (6.3)$$

де  $\alpha, \beta$  при  $\rho_1 > \rho_2$  становлять ( $\beta = 0.1 \quad \alpha = 3.6$ )

$$\rho_{ЕФ} = 270(1 - e^{-3.6 \frac{3.5}{\sqrt{50}}}) + 140(1 - e^{-\frac{0.1 \cdot \sqrt{50}}{3.5}}) = 425,52 Ом \cdot м \quad (6.4)$$

$$R_{ПР} = 0,5 \frac{425,52}{\sqrt{50}} = 30,1 Ом$$

Розраховуємо опір повторних заземлень ЛЕІД, які відходять від ТП, розраховуємо згідно схеми (рис.6.2).

НУБІП України

НУБІП України

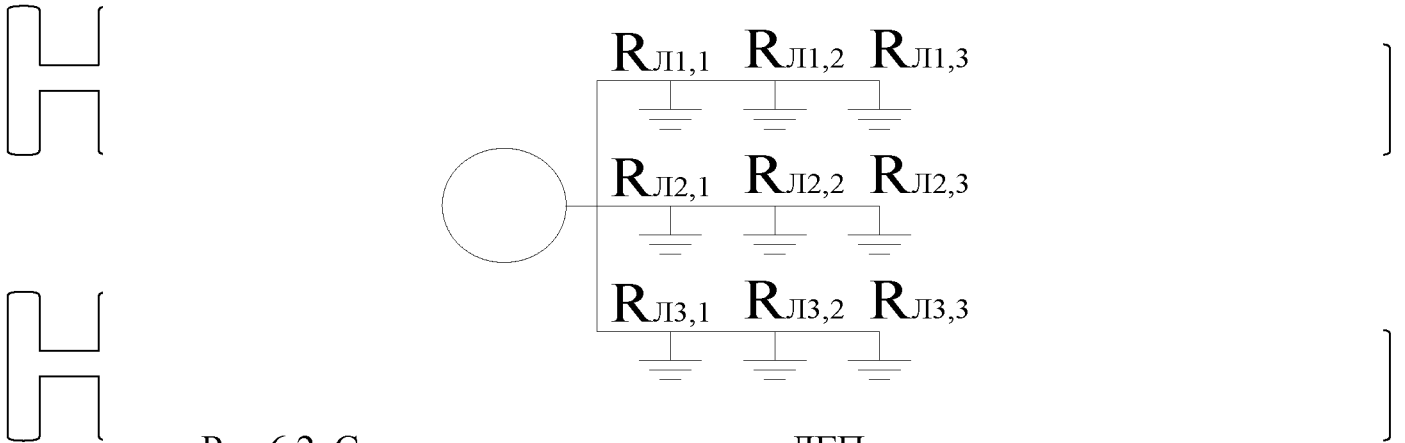


Рис.6.2. Схема повторних заземлень ЛЕП

$$R_{Л1,1} = R_{Л1,2} = R_{Л1,3} = R_{Л2,1} = R_{Л2,2} = R_{Л2,3} = R_{Л3,1} = R_{Л3,2} = R_{Л3,3} = 30 \frac{\rho_{ЕКВ}}{100} = 101,1 \text{ Ом}$$

$$R = R = R = 10 \cdot \frac{\rho_{ЕКВ}}{100} = 33,7 \text{ Ом}$$

Визначаємо повний опір повторних заземлень на всіх лініях, що відходять від ТП згідно рівняння:

$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{R_{Л1}} + \frac{1}{R_{Л2}} + \frac{1}{R_{Л3}}, \text{ Ом} \quad (6.5)$$

$$R_{Л1} = \frac{101,1}{3} = 33,7 \text{ Ом} \quad R_{Л2} = \frac{101,1}{3} = 33,7 \text{ Ом} \quad R_{Л3} = \frac{101,1}{3} = 33,7 \text{ Ом}$$

$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{33,7} + \frac{1}{33,7} + \frac{1}{33,7} = 0,09, \text{ Ом}$$

$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,09} = 11,11, \text{ Ом}$$

Сумарний опір природнього та повторних заземлюючих пристроїв визначаємо згідно рівняння:

$$R_{\Sigma_{ЕКВ}} = \frac{R_{ПР} \cdot R_{\Sigma}}{R_{ПР} + R_{\Sigma}}, \text{ Ом} \quad (6.6)$$

$$R_{\Sigma_{ЕКВ}} = \frac{30,1 \cdot 11,11}{30,1 + 11,11} = 8,11 \text{ Ом}$$

Оскільки, умова  $R_{\Sigma_{ЕКВ}} < R_{Д}$  виконується  $8,11 \text{ Ом} < 13,48 \text{ Ом}$ , то опір штучного заземлення приймаємо:

$$R_{шт,0,38} = 30 \cdot \rho / 100 = 30 \cdot 3,37 / 100 = 1,1 \text{ Ом}$$

Розрахуємо допустимий опір згідно вимог до мережі 10 кВ за рівнянням:

$$R_{\text{доп}(10)} = \frac{125}{I_{3.3}} \leq 10 \text{ Ом}$$

(6.7)

де  $I_{3.3}$  – розрахунковий струм короткого замикання на землю, А

$$I_{3.3} = \frac{U_{\text{НОМ}}(35L_{\text{КЛ}} + L_{\text{ПЛ}})}{350}, \text{ А}$$

де  $L_{\text{КЛ}}$  – загальна довжина кабельної лінії, ( $L_{\text{КЛ}}=7,4$  км).

$L_{\text{ПЛ}}$  – загальна довжина повітряної лінії, ( $L_{\text{ПЛ}}=70$  км).

$$I_{3.3} = \frac{10(35 \cdot 7,4 + 70)}{350} = 9,4, \text{ А}$$

$$R_{\text{доп}(10)} = \frac{125}{9,4} = 9,99 \text{ Ом}$$

Розрахуємо опір штучної системи заземлення згідно рівняння:

$$R_{\text{шт}(10)} = \frac{R_{\text{доп}(10)} \cdot R_{\text{ПР}}}{R_{\text{ПР}} - R_{\text{доп}(10)}}, \text{ Ом}$$

(6.8)

$$R_{\text{шт}(10)} = \frac{10 \cdot 30,1}{30,1 - 10} = 18,97, \text{ Ом}$$

Порівнявши опір штучних заземлювачів ЛЕП 0,38 кВ та 10 кВ виконуємо

розрахунки за меншим з них  $R_{\text{шт}} = 18,97$  Ом. В якості стержнів заземлюючого

пристрою використовуємо сталевий прут діаметром 12 мм та довжиною 6 м.

Прути забивають в землю до дна попередньо підготовленої траншеї глибиною

$t = 0,8$  м. Методом зварювання з'єднуються верхні кінці стержнів сталюю

полосою. Заземлюючий провідник з'єднуються з контуром заземлення методом

зварювання і виводяться на поверхню.

Розрахуємо систему заземлюючих пристроїв підстанції.

Опір струму розтікання вертикального стержня визначають згідно

рівняння:

$$R_{\text{СТ}} = \frac{\rho_{\text{ЕКВ}} \cdot k_{\text{С}}}{2\pi \cdot l} \left( \ln \frac{2l}{d} + 0,5 \ln \frac{4h+l}{4h-l} \right), \text{ Ом}$$

(6.9)

де  $k_{\text{С}}$  – коефіцієнт сезонності,  $k_{\text{С}}=1,5$ ;

$d$  – діаметр стержня 0,012 м;  
 $l$  – довжина стержня 6 м;  
 $h$  – відстань від поверхні землі до середини стержня, м.

$$h = 0.8 + \frac{1}{2} \cdot 6 = 3.8 \text{ м}$$

Розрахуємо провідність одного вертикального стержня згідно рівняння:

$$R_{CT} = \frac{337,35 \cdot 1,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 6} \left( \ln \frac{2 \cdot 6}{0,012} + 0.5 \ln \frac{4 \cdot 3,8 + 6}{4 \cdot 3,8 - 6} \right) = 98,44 \text{ Ом}$$

$$g_B = \frac{1}{R_{CT}}, \text{ См} \quad (6.10)$$

Розраховуємо необхідну кількість вертикальних стержнів згідно рівняння:

$$g_B = \frac{1}{98,44} = 0,01, \text{ См}$$

$$n_B = \frac{R_{CT}}{R_{ум}}, \text{ шт} \quad (6.11)$$

Згідно розрахунків необхідна кількість стержнів складає:  $n_B = 4$  шт.

$$n_B = \frac{98,44}{18,97} = 4,43 \text{ шт}$$

Схема контуру заземлення представлена на рис. 6.3.

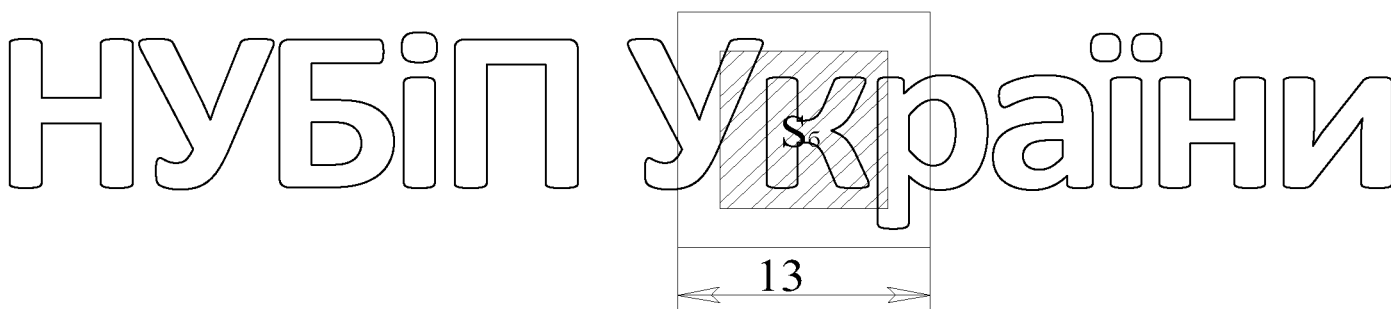


Рис. 6.3. Схема контуру заземлення

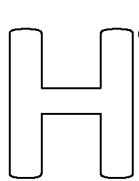
Еквівалентний опір ґрунту розраховуємо згідно наступних рівнянь:

$$\rho_1 / \rho_2 = 2.21; h_1 = 3.5; L_T = 40 \text{ м.}$$

1)  $\rho_1 / \rho_2 = 2; L_T = 40 \text{ м; } h_1 = 3.2$  між  $h_1 = 3; h_1 = 5 \text{ м.}$

$$\rho_{ЕКВ.Г.} / \rho_2 = 1,8 \cdot \frac{1,8 - 1,74}{5 - 3} \cdot (3,2 - 3) = 1,79$$

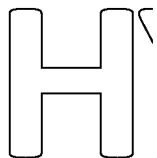




2)  $\rho_1 / \rho_2 = 5$ ;  $L_T = 40$  м;  $h_1 = 3.5$  між  $h_1 = 3$ ;  $h_1 = 5$  м.

$$\rho_{\text{ЕКВ.Г.}} / \rho_2 = 4,02 \cdot \frac{4,02 - 3,74}{5 - 3} \cdot (3,2 - 3) = 3,9$$

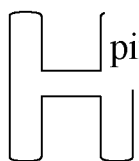
3)  $\rho_1 / \rho_2 = 3$ ;  $L_T = 40$  м;  $h_1 = 3.5$  між  $\rho_1 / \rho_2 = 2$ ;  $\rho_1 / \rho_2 = 5$ ;



$$\rho_{\text{ЕКВ.Г.}} / \rho_2 = 1,79 \cdot \frac{3,9 - 1,79}{5 - 2} \cdot (2,21 - 2) = 1,93$$

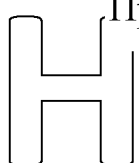
$$\rho_{\text{ЕКВ.Г.}} = 1,93 \cdot \rho_2 = 1,93 \cdot 140 = 270 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Опір горизонтального елемента заземлюючого контуру розраховуємо згідно



рівняння:

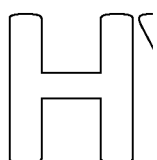
$$R_{\Gamma} = \frac{k_c \cdot \rho_{\text{ЕГ}}}{2\pi L_{\Gamma}} \cdot \ln \frac{2L_{\Gamma}}{b \cdot t} = \frac{2 \cdot 270}{6,28 \cdot 40} \cdot \ln \frac{2 \cdot 40}{0,04 \cdot 0,8} = 16,9 \text{ Ом}$$



Провідність горизонтальних елементів системи заземлення буде рівним:

$$g_{\Gamma} = \frac{1}{R_{\Gamma}} = \frac{1}{16,9} = 0,06 \text{ Ом}$$

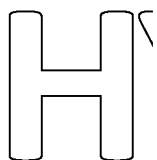
Значення коефіцієнта використання для елементів знаходять шляхом послідовної лінійної інтерполяції:



$$\rho_1 / \rho_2 = 1; h_1 / l = 0,64; a / l = 1,4$$

1)  $\rho_1 / \rho_2 = 1$ ;  $n = 4$   $h_1 / l = 0,5$ ;  $a / l = 1,4$  між;  $a / l = 1$  і;  $a / l = 2$

$$\eta = 0,505 - \frac{0,54 - 0,505}{2 - 1} \cdot (1,4 - 1) = 0,519$$



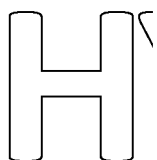
2)  $\rho_1 / \rho_2 = 1$ ;  $n = 4$   $h_1 / l = 1$ ;  $a / l = 1,4$  між;  $a / l = 1$  і;  $a / l = 2$

$$\eta = 0,519$$

3)  $\rho_1 / \rho_2 = 1$ ;  $n = 4$   $h_1 / l = 0,583$   $a / l = 1,4$  між;  $a / l = 1$  і;  $a / l = 2$

$$\eta = 0,519$$

4)  $\rho_1 / \rho_2 = 3$ ;  $n = 4$   $h_1 / l = 0,5$ ;  $a / l = 1,4$  між;  $a / l = 1$  і;  $a / l = 2$



$$\eta = 0,631 + \frac{0,67 - 0,631}{2 - 1} \cdot (1,4 - 1) = 0,64$$

5)  $\rho_1 / \rho_2 = 3$ ;  $n = 4$   $h_1 / l = 1$ ;  $a / l = 1,4$  між;  $a / l = 1$  і;  $a / l = 2$

$$\eta = 0,607 + \frac{0,655 - 0,607}{2 - 1} \cdot (1,4 - 1) = 0,62$$

6)  $\rho_1 / \rho_2 = 3$ ;  $n = 4$   $h_1 / l = 0,64$ ;  $a / l = 1,4$  між;  $a / l = 1$  і;  $a / l = 2$

$$\eta = 0,64 + \frac{0,64 - 0,62}{1 - 0,5} \cdot (0,64 - 0,5) = 0,63$$

7)  $n = 4$   $h_1 / l = 0,64$ ,  $\rho_1 / \rho_2 = 2,11$  між  $\rho_1 / \rho_2 = 1$ ;  $\rho_1 / \rho_2 = 3$

$$\eta = 0,519 - \frac{0,63 - 0,519}{3 - 1} \cdot (2,21 - 1) = 0,58$$

Шляхом лінійної інтерполяції визначили, що  $\eta = 0,58$

Визначаємо опір штучної системи заземлення трансформаторної підстанції:

$$R_{шт} = \frac{1}{\eta(\eta_{дв} - g_r)} = \frac{1}{0,58(4 \cdot 0,0141 + 0,06)} = 14,8 \text{ Ом}$$

14,8 Ом < 18,97 Ом, тобто система розрахована вірно

6.6. Блискавозахист будівель і споруд. U

Розрахунок системи блискавозахисту проводимо для телятника на 280 голів. На даній споруді необхідно влаштувати блискавозахист 3-ї категорії із зоною захисту Б, яка має ступінь надійності вище 35 %.

Блискавозахист улаштовується одиночним горизонтальним тросом, закріпленим на двох опорах, по кожній із яких прокладено струмовідвід, який приєднано до незалежного заземлювача.

Зона захисту одиночного тросового блискавозахисту до 150 м.

Враховуючи провисання стріли тросу при відомій висоті  $h_{0.П}$  та довжині прольоту  $a < 120$  м визначаємо розміри зони захисту тросового блискавковідводу типу Б:

$$h_o = 0,92 \cdot h, \text{ м}$$

де  $h = h_{0.П} - 2 = 10 - 2 = 8$

$$h_o = 0,92 \cdot 8 = 7,36 \text{ м}$$

Периметр зони захисту на рівні землі визначаємо:

$$r_o = 1,7 \cdot h, \text{ м}$$

$$r_o = 1.7 \cdot 8 = 13,6 \text{ м}$$

Визначимо

периметр зони захисту на рівні висоти споруди:

$$r_x = 1.7 \left( h - \frac{h_x}{0.92} \right), \text{ м}$$

де  $h_x$  висота споруди,  $h_x = 5,1 \text{ м}$

$$r_x = 1.7 \left( 8 - \frac{5,1}{0.92} \right) = 4,18, \text{ м}$$

Блискавковідвід складається із самого блискавоприймаючого елемента, струмовідводу та системи заземлювачів.

Трос блискавозвхисту натягується між опорами виконаними з кутникової сталі 8 мм.

### Система протипожежного захисту.

Заходи з пожежної безпека передбачають використанням негорючих матеріалів, відповідного сертифікованого обладнання та конструкцій, автоматичним відключенням струмів короткого замикання, дотримання безпечної відстані між кабелями, проводами і будівельними конструкціями. Запобігання виникнення пожежі вирішується правильним вибором конструкції та обладнання тваринницьких ферм за категоріями їх вогнестійкості та загоранням.

При будівництві та експлуатації тваринницьких приміщень необхідно передбачити конструкції та технічні засоби для швидкого обмеження та гасіння пожеж в разі їх виникнення. Протипожежна профілактика поділяється на організаційну і технічну.

Серед організаційних міроприємств найкращим заходом є проведення масової роз'яснювальної роботи серед персоналу ферми.

Серед технічних міроприємств необхідно в першу чергу: застосовувати електрообладнання, апаратури керування і захисту відповідно до умов виробництва, передбачити блискавозахист будівель та максимальну кількість протипожежних ємностей

Відповідно до вимог обов'язковим є наявність щита укомплектованого основними захисними засобами персоналу та первинними засобами пожежогасіння.

# НУБІП України

Таблиця 6.3

**Перелік необхідних первинних засобів пожежогасіння.**

Назви засобів пожежогасіння	Тип, марка	Місце встановлення	Кількість	Х-ка Пожежпр
Вогнегасник вуглекислотний	ОУ-5	В приміщенні	4	5л
Вогнегасник хім. пін.	ОХП-10	На щиті	4	10л.
Відра		На щиті	4	
Лом		На щиті		
Сокира		На щиті		
Бугор		На щиті		
Лопата		На щиті		
Ящик з піском		Біля щита		1м <sup>3</sup>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 7.

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ.

Найвищий рівень електрифікації сільськогосподарського виробництва показує, що електрифікація є одним з основних засобів підвищення продуктивності виробництва.

Комплексна електрифікація веде до підвищення продуктивності праці, зменшенню трудових затрат, зниженню собівартості продукції, а тим самим до збільшення рентабельності, збільшенню трудових ресурсів. Для визначення цього результату застосовується система вартісних показників.

Основними з них є:

- підвищення продуктивності праці, яка характеризує економію живої праці, зниження трудомісткості виробництва продукції і скорочення потреби робочої сили;
- зниження собівартості продукції, яка характеризує скорочення трудових, матеріальних, грошових затрат на виробництво продукції порівняно з собівартістю до електрифікації;
- загальні та питомі капіталовкладення необхідні для здійснення електрифікації сільського господарства, які визначають затрати праці в основних засобах виробництва для скорочення майбутніх затрат живої праці;
- термін окупності додаткових капіталовкладень в електрифікацію і автоматизацію об'єкту за рахунок скорочення виробничих затрат, які обумовлюються застосуванням електроенергії;
- приведені затрати.

## Висновки.

Під час виконання магістерської роботи розраховано та обрано сучасне електрообладнання, яке використовується для забезпечення виконання технологічних процесів на птахфермі, 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 автоматизована система керування освітленням із забезпечення сучасних вимог підтримання світлових режимів у пташнику. Для забезпечення ефективного управління системою освітлення використовується багатофункціонального реле РЕВ 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. Снявський О. Ю. Електропривод і автоматизація / О. Ю. Снявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко. – К.: «Аграр Медіа Груп», 2013. – 586 с.

2. 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.

3. Ревенко І. І. Механізація і автоматизація тваринництва / І. І. Ревенко. – К.: Віща освіта, 2004. – 399 с.

4. Баран О. В. Автоматика і автоматизація технологічних процесів / О. В. Баран, П. Г. Самойленко, С. Є. Гранат. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 577 с.

5. Василега П. О. Електротехнологічні установки / П. О. Василега. – Суми: СумДУ, 2010. – 548 с.

6. Єрмолаєв С. О. Проектування систем електропостачання в АПК / С. О. Єрмолаєв, В. Ф. Яковлев, В. О. Мунтян. – Мелітополь.: Люкс, 2009. – 568 с.

7. Червінський Л. С., Електричне освітлення та опромінення / Л. С. Червінський, Л. О. Сторожук. – К.: «Аграр Медіа Груп», 2011. – 214 с.

8. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів – Вид. офіц. – К., 2013.

9. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів – Вид. офіц. – К., 2013.

10. Лут М. Т. Безпека праці в сільських електроустановках / М. Т. Лут. – К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 430 с.

11. Кашенко П. С. Електропривід сільськогосподарських машин / П. С. Кашенко. – К.: НМТ, 2005. – 410 с.

12. <http://kovelselfmash.com/en/pkc-7.html>

13. [http://promcomplex.ru/ventilyaciva\\_dlya\\_pticevodstva](http://promcomplex.ru/ventilyaciva_dlya_pticevodstva)

14. [http://www.pko-elektro.ru/pr11-pr8000/\\_pr11/](http://www.pko-elektro.ru/pr11-pr8000/_pr11/)

15. [http://agrosystem.com.ua/index.php?page=shop.product\\_details&category\\_id=15&flypage=flypage\\_ask.tpl&product\\_id=453&option=com\\_virtuemart&Itemid=11&vmchck=1&Itemid](http://agrosystem.com.ua/index.php?page=shop.product_details&category_id=15&flypage=flypage_ask.tpl&product_id=453&option=com_virtuemart&Itemid=11&vmchck=1&Itemid)

16. <http://agtagy.ru/комплексная-механизация-птицеводства/оборудование-для-содержания-кур-несущих-промышленного-стада>

17. <http://tiu.ru/pl2822-transporter-skrebkovyj-dlva.html>

18. <http://elibrary.nubip.edu.ua/4644/1/Практикум з ЕПСГ .pdf>

19. <http://www.gozsa.ru/vspomogatelnoe-oborudovanie/24-transporter-unificirovannyi-universalnyi--tuu-2.html>

20. <http://www.energdrive.ru/electromotor.asp?id=13>

21. <http://forca.ru/knigi/arhivy/energосnabzhenie-selskohozyaystvennyh-potrebitelcy-7.html>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України