

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Допускається до захисту:

завідувач кафедри

проф. Матвійчук В. А

(Підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

“ ___ ” жовтня 2022 р.

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електро-
механіка»

на тему:

**«Обґрунтування системи мікроклімату і аероіонної обробки по-
вітря у пташнику для курей-несучок»**

Виконав: студент 2 курсу, групи ЕІ-20-1 магі
галузі знань 14 «Електрична інженерія»

Іскра Вадим Вікторович _____

Керівник: д.т.н., професор

Матвійчук В. А. _____

« ___ » _____ 2022 р.

Вінниця - 2022 р.

Вінницький національний аграрний університет
 Інженерно-технологічний факультет
 Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
 Освітній ступінь - «магістр»
 Галузь знань 14 – «Електрична інженерія»
 Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
 завідувач кафедри ЕЕЕ

_____ проф. Матвійчук В.А.
 « ____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Іскри Вадима Вікторовича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **«Обґрунтування системи мікроклімату і аероіонної обробки повітря у пташнику для курей-несучок»**

Керівник роботи: Матвійчук Віктор Андрійович, д.т.н., проф.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджену наказом ВНАУ від _____ 2022__ року № _____.
 2. Строк подання студентом роботи: 25.10. 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: Способи розробки системи створення мікроклімату і аеропонної обробки повітря в пташнику для курей-несучок. Набір бібліотек програми *Simulink*. Матвійчук В.А. Методичні вказівки по оформленню дипломних робіт магістра для студентів ОКР «Магістр» спеціальності 8.10010101 «Енергетика сільськогосподарського виробництва» та студентів ОС «Магістр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»/ Матвійчук В.А., Стаднік М.І., Рубаненко О.О. – Вінниця: ВНАУ, 2016. - 63 с. Матвійчук В. А., Рубаненко О. С., Стаднійчук І. П. Електротехнології в АПК: навчальний посібник. ВНАУ, Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 272 с.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ. 1. Аналіз методів поліпшення мікроклімату в птахівницьких приміщеннях. 2. Аналіз систем іонізації повітря в птахівницьких приміщеннях. 3. Розробка електротехнологічної системи забезпечення мікроклімату в пташнику із засобами аероіонізації. 4. Автоматизація електротехнологічної системи забезпечення параметрів мікроклімату в пташнику. 5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Висновки.

5. Перелік презентаційного матеріалу: 1. Системи аероіонізації приміщень. 2. Електро-технологічна система забезпечення мікроклімату в пташнику із засобами аероіонізації. 3. Структурна схема приладу контролю ступеня іонізації в приміщенні. 4. Залежність концентрації аерофонів від напруги, що прикладена до електродів 5. План пташника з розміщенням опалювально - вентиляційного обладнання. 6. Схема керування теплогенератором з аероіонізатором вихідного нагрітого повітря.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Матвійчук В.А., д.т.н., професор кафедри ЕЕЕ		

7. Дата видачі завдання « 20 » 05 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.08.22	
2	Аналіз методів поліпшення мікроклімату в птахівницьких приміщеннях	10.08.22	
3	Аналіз систем іонізації повітря в птахівницьких приміщеннях	30.08.22	
4	Розробка електротехнологічної системи забезпечення мікроклімату в пташнику із засобами аероіонізації	10.09.22	
5	Автоматизація електротехнологічної системи забезпечення параметрів мікроклімату в пташнику	25.09.22	
6	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	10.10.22	
7	Оформлення пояснювальної записки	20.10.22	
8	Підготовка доповіді і презентаційного матеріалу	25.10.22	

Студент _____
(підпис)

Іскра В. В.

Керівник роботи _____

Матвійчук В. А.

АНОТАЦІЯ

Обґрунтування системи мікроклімату і аероіонної обробки повітря у пташнику для курей-несучок. Іскра Вадим Вікторович - магістерська кваліфікаційна робота. Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Вінниця. 2022.

Пояснювальна записка виконана на 90 аркушах друкованого тексту і містить 4 таблиці, 16 рисунків. При виконанні роботи було використано 29 літературних джерел. Вона складається зі вступу, п'яти розділів основної частини, висновків, списку літератури та додатків.

В магістерській кваліфікаційній роботі на основі аналізу літературних джерел обґрунтована структура електротехнологічної системи підтримки параметрів мікроклімату пташника, яка вміщує припливну та витяжну систему вентиляції з підігрівом повітря та його іонізацією в припливному повітроводі.

На основі моделювання електричного поля системи електродів збираючий анод-клітка встановлено, що для забезпечення ефективної концентрації негативних аероіонів в клітках збираючий анод необхідно розташовувати між клітками кожного ряду батарей рівно віддалено від низу та верху клітки кожного ярусу, що забезпечує максимальну напруженість електричного поля на поверхні клітки.

Приведені основні положення з охорони праці.

Ключові слова : мікроклімат, пташник, аероіонізація, електротехнологічна система, автоматизація, коронний розряд, оздоровлення птиці

ABSTRACT

Justification of the microclimate system and aeroionic air treatment in the poultry house for laying hens. Iskra Vadim Viktorovych - master's thesis. Department of Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics. Vinnytsia. 2022.

The explanatory note is made on 90 sheets of printed text and contains 4 tables, 16 figures. 29 literary sources were used in the performance of the work. It consists of an introduction, five chapters of the main part, conclusions, a list of references and appendices.

In the master's qualification work, based on the analysis of literary sources, the structure of the electrotechnological system for supporting the parameters of the poultry house's microclimate, which includes the supply and exhaust ventilation system with air heating and its ionization in the supply duct, is substantiated.

Based on the simulation of the electric field of the electrode system, the collecting anode-cage has been established that in order to ensure the effective concentration of negative air ions in the cells, the collecting anode must be located between the cells of each row of batteries at the same distance from the bottom and top of the cage of each tier, which ensures the maximum the intensity of the electric field on the cage surface.

The main provisions on labor protection are given.

Key words: microclimate, poultry house, aeroionization, electrotechnological system, automation, corona discharge, poultry health

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОЛІПШЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАХІВНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ	11
1.1. Аналіз технології утримання птиці в вітчизняних птахівницьких приміщеннях	11
1.2. Параметри мікроклімату та їх значення для птиці.....	14
1.3. Вплив окремих чинників мікроклімату на здоров'я і продуктивність птиці	15
1.4. Основні шляхи поліпшення мікроклімату в птахівницьких приміщеннях	21
Висновки за розділом 1.....	25
2. АНАЛІЗ СИСТЕМ ІОНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯ В ПТАХІВНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ	26
2.1. Іони та аероіони, природна і штучна аероіонізація.....	26
2.2. Способи і види іонізації повітря.....	30
2.3.Класифікація систем аероіонізації повітря.....	33
2.4. Прилад для контролю ступеня іонізації в приміщенні	39
Висновки за розділом 2.....	45
3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАШНИКУ ІЗ ЗАСОБАМИ АЕРОІОНІЗАЦІЇ	47
3.1. Теоретичні основи аероіонізації повітря електричним розрядом.....	47
3.2. Вибір системи аероіонізації повітря пташника	50
3.3. Обґрунтування і розрахунок аероіонізаційної установки... ..	51
3.4. Розробка ефективної системи іонізації повітря в пташнику... ..	52
3.5. Розрахунок високовольтного джерела живлення для системи	

аероіонізації.....	60
3.6. Оцінка енергоефективності аероінної обробки повітря.....	63
Висновки за розділом 3.....	67
4. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАШНИКУ..	68
4.1. Технологічні вимоги до системи автоматизованого керування параметрів мікроклімату.....	68
4.2. Вибір технічних засобів системи автоматичного керування мікрокліматом пташника.....	69
4.3. Розробка принципової електричної схеми автоматизованого керування теплогенератором та припливною вентиляцією.....	73
Висновки за розділом 4.....	78
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	79
5.1 Аналіз системи керування організацією охороною праці на підприємстві.....	79
5.2 Удосконалення системи керування охороною праці.....	81
5.3. Безпека у надзвичайних ситуаціях.....	83
Висновки за розділом 5.....	85
ВИСНОВКИ.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87
ДОДАТКИ.....	90

ВСТУП

Птахівництво - одна з основних галузей сільського господарства, що задовольняють потреби населення в продуктах харчування.

Зростання виробництва продуктів птахівництва передбачається забезпечити, головним чином, за рахунок підвищення продуктивності птиці, росту поголів'я, ефективного використання кормів, значного поліпшення умов утримання птиці і їхньої годівлі, удосконалювання племінної роботи, механізації і автоматизації основних виробничих процесів.

Перехід птахівництва на промислову основу, створення великих комплексів характеризується значною концентрацією більшого числа птиці у приміщенні, вимагає блокування будинків і збільшення їхньої місткості. Це пред'являє особливо строгі вимоги до створення оптимального мікроклімату, що на сучасному етапі має велике значення для збереження і високої продуктивності птиці при менших витратах корму на одиницю продукції.

У промисловому птахівництві впроваджуються нові методи і способи утримання, при яких птиця знаходиться в приміщеннях переважну частину часу життя.

При тривалому утриманні птиці у приміщенні в умовах майже повного обмеження рухів (при гіподинамії) створення оптимального мікроклімату набуває першорядного значення.

Вирішити проблему створення оптимального мікроклімату в промисловому птахівництві можна лише завдяки здійсненню комплексу заходів: раціоналізації об'ємно-планувальних рішень будинку, удосконалювання систем видалення гною, поліпшення теплозахисних властивостей конструкцій, що обгороджують, застосування ефективних вентиляційно-опалювальних систем, кондиціонування і очищення повітря, аероіонізації тощо.

Зазначене підтверджує актуальність даної магістерської роботи, яка спрямована на вирішення науково - прикладного завдання : розробки науково

- технічних основ створення і застосування електротехнологічних систем забезпечення параметрів мікроклімату в птахівницьких приміщеннях.

Мета дослідження. Забезпечення оздоровлювальних параметрів мікроклімату в пташнику шляхом розробки технічних пристроїв електротехнологічної системи аероіонізації припливного повітря на основі теоретичних положень протікання електроіонізаційних процесів в коронному розряді.

Задачі дослідження.

1. Провести аналіз технології та технічних засобів, що забезпечують мікроклімат в пташнику.
2. Дослідити вплив параметрів мікроклімату на продуктивність птиці.
3. Дослідити методи аероіонізації повітря в пташниках.
4. Дослідити та обґрунтувати схему розташування електродів системи іонізації повітря в пташнику.
5. Розробити технічні засоби електротехнологічної системи забезпечення параметрів мікроклімату.
6. Визначити економічну ефективність впровадження електротехнологічної системи.

Об'єкт дослідження. Процеси іонізації повітря в пташнику коронним розрядом.

Предмет дослідження. Закономірності процесу іонізації повітря в пташнику коронним розрядом.

Методи дослідження. При розв'язанні задач, поставлених у роботі, застосовувались методи теорії поля та математичної фізики. Для аналітичного опису електричного поля коронного розряду використані методи електростатики.

Наукова новизна

1. Вперше на підставі математичного моделювання поля створеного збираючим анодом та кліткою обґрунтовано схему розташування електродів

системи аероіонізації повітря в пташнику, що дозволило забезпечити ефективний рівень концентрації негативних аероіонів в повітрі у клітках.

2. Вперше запропоновано двополярне джерело живлення для системи іонізації повітря в пташнику, що забезпечило як отримання негативних аероіонів в коронному розряді, так і їх направлений рух в зони знаходження птахів.

3. Вперше розроблена автоматизована система підтримки температурного, газового та іонного режиму в пташнику, яка дала змогу підвищити продуктивність птиці.

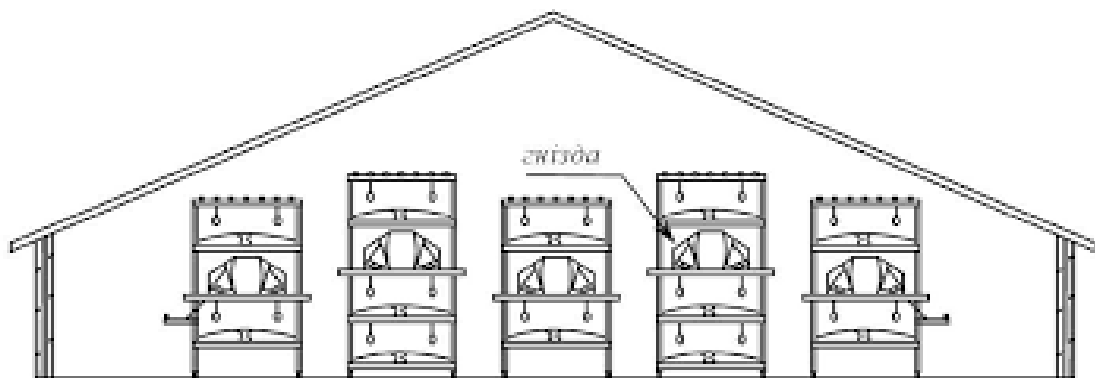
Практичне значення роботи. На основі проведених досліджень розроблена система аероіонізації повітря в пташнику.

Структура роботи. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури. Основний зміст роботи викладено на 90 сторінках машинописного тексту, 16 рисунках і 4 таблицях. Список літератури містить 29 найменувань використаних літературних джерел.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОЛІПШЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАХІВНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

1.1. Аналіз технології утримання птиці в вітчизняних птахівницьких приміщеннях

Кури-несучки розміщуються, як показано на рис. 1.1, в багатоярусних клітинних батареях пташника зі встановленим комплектом автоматизованого устаткування. В приміщенні розміщуються багатоярусні клітинні автоматизовані батареї, бункера для зберігання концентрованих кормів, транспортери завантаження кормів в кормороздавачі, канатно-дискові кормороздавачі, транспортери яєць, установки для регулярного прибирання посліду, а також автоматичного укладання яєць, установки для створення мікроклімату [22].



б



Рисунок 1.1 – Розміщення курей-несучок в багатоярусних клітинних батареях пташника

Для здійснення процесу годування, корм із зовнішніх бункерів ВСК-10 похилими транспортерами подається в приймачі горизонтальних транспортерів ТУУ-2А, які розподіляють корм по бункерах-дозаторах клітинних батарей. Завантаження йде послідовно. При заповненні бункерів-дозаторів спрацьовує вимикач подачі корму. Корм розподіляється лініями кормороздачі, які включають замкнуті канатно-дискові контури, що є в жолобах годівниць на кожному ярусі батарей і проходять через бункери-дозатори. Привід лінії кормороздачі однієї батареї здійснюється від одного електродвигуна через черв'ячний редуктор.

Напування птиці здійснюється за допомогою жолобкових напувалок. На початку лінії знаходяться жолоба із заглушкою, в кінці лінії розміщується бачок для регулювання рівня води в напувалках і зливу її в каналізацію. Підведення води здійснюється з обох боків батарей, а злив - посередині.

Прибирання посліду відбувається за допомогою скребків полегшеної конструкції. Два скребки закріплені на одному тросі і приводяться в рух від одного електродвигуна. Для видалення посліду з пташника використовуємо комплект МПС-6М і транспортер НКЦ-7-18.

Для збору яєць на клітинній батареї встановлено шість подовжніх стрічкових транспортерів, два елеватори і поперечний транспортер. Стрічки укладають в металеві жолоби, які всередині по відігнутому зовнішньому краю покриті гумою. З другого і третього ярусу яйця знімаються похилими елеваторами. Привід елеватора і стрічкових транспортерів здійснюється від одного електродвигуна. Швидкість руху стрічки 0,03 м/с. Поперечний транспортер збору яєць розташований перед клітинними батареями. Він складається з горизонтальної і похилої ділянок. Швидкість руху елементів поперечного транспортера 0,06 м/с. З поперечного транспортера ТСЯ-20 яйця поступають на укладальник яєць автоматичний ЯУП.

Для забезпечення теплопостачання в пташнику передбачено використання тепло генератора ТГ-Ф-350. Для рівномірного розподілу повітря на

всій площі воно подається в повітропроводах. Для забезпечення в пташнику необхідного повітрообміну і створення необхідних температурних умов використовуємо комплект вентиляційного устаткування «Клімат - 47М».

Все встановлено в пташнику технологічне устаткування є стандартним, паспортні дані приведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Паспортні данні стандартного технологічного і електричного устаткування

Технологічне обладнання						Електрообладнання						
Найменування	Призначення	Тип	Продукт. т/год.	P_n , кВт	K_z	Тип	P_n , кВт	n_n , об/мин	η_n	$\cos \phi_n$	Ki	Позиц. призн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Бункер зі шнеком	Зберігання конц. кормів	БСК-10	4	0,55	0,4	4AM71A4Y4	0,55	1365	70,5	0,7	4,5	M15,M16
Транспортер	Завантаження кормів в КР	ТУУ-2А	2	1,5	0,7	4AM80B4Y4	1,5	1395	77,0	0,83	5,0	M19
Батарея автоматизована багаторярусная	Утримання птиці											
Кормороздавач канатнодисковий	Роздача корму			1,5	0,5	4AM80B4Y4	1,5	1395	77,0	0,83	5,0	M21
Установка канатноскребкова	Прибирання посліду	МПС-6М	3	2,2	0,7	4AM90L4Y4	2,2	1410	80,0	0,83	6,0	M22

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Поперечний транспортер	Прибирання посліду з пташника	НКЦ-7-18	3	3,7	0,7	4АМ90Л4У4 4АМ80В4У2	0,55	1365	70,5	0,7	4,5	M23
							1,5	1395	77,0	0,83	5,0	M24
Система витяжної вентиляції	Забезпечення повітрообміну	Клімат 47М	10000 м ³ /ч	0,55	0,8	АИРП80А8/4СУ 2	0,55	930	66	0,62	4,0	M1-M14
Транспортер стаціонаний	Для транспортування яєць	ТСЯ-20	20000 яєць	3,5	0,7	4АМ112МВ6У3	4,0	945	82,0	0,81	6,0	M18
Укладальник яєць автоматичний	Для укладки яєць	ЯУП	4...6 тыс. яєць	0,6	0,8	4АМ80А6У3	0,75	920	67,5	0,71	4,0	M17
Магістральний транспортер	Сбор яєць	АОЯ-7,2		0,55	0,7	4АМ71В6У4	0,55	920	67,5	0,71	4,0	M20
Теплогенератор	Обігрів повітря	ТГФ-350	25000 м ³ /час	7,3	0,8	4АМ132S4У4 4АМ71В4У4	7,5	1455	87,5	0,86	7,5	M25,M27,
							0,75	1365	72,0	0,73	4,5	M26,M28

1.2. Параметри мікроклімату та їх значення для птиці

На сучасних птахівничих комплексах в результаті впровадження нової, промислової технології виробництва продукції значно ускладнилася взаємо-

дія організму птиці із зовнішнім навколишнім середовищем. При великій концентрації птиці з ущільненим їх розміщенням на фермі вирішальна роль в підвищенні резистентності організму, збільшенні продуктивності і відтворювальних функцій відводиться створенню оптимального мікроклімату. Вміст в приміщенні продуктів обміну речовин організмів тварин, бактерійна забрудненість повітря, що негативно позначаються на здоров'ї і фізіологічному стані птиці, знаходяться в прямій залежності від її поголів'я.

Дія різних чинників навколишнього середовища на організм птиці проявляється в глибоких і серйозних змінах її фізіологічних процесів: кровообігу, дихання, терморегуляції, газообміну і обміну речовин, що, у свою чергу, впливає на резистентність організму і на продуктивність птиці.

Оптимальне сумарне значення окремих чинників, таких як температура, вологість, швидкість руху і газовий склад навколишнього повітря, наявність пилу і мікроорганізмів, рівень радіації, іонізації, а також освітлення, атмосферний тиск тощо і є мікрокліматом.

Мікроклімат на птахофермах залежить від багатьох умов - місцевого клімату, теплозахисних властивостей конструкцій будівлі, рівня повітрообміну, ефективності вентиляції, стану каналізації, способів прибирання і видалення посліду, освітлення, а також від технології утримання і виду птиці, особливостей їх фізіології і обміну речовин, щільності розміщення, типу годування, способів роздачі кормів тощо.

1.3. Вплив окремих чинників мікроклімату на здоров'я і продуктивність птиці

Температура і вологість повітря

Одним з основних чинників, що впливають на фізіологічний стан і продуктивність птиці, є температурно - вологістний режим приміщення.

Сприятлива температура - одна з необхідних умов для нормального перебігу обміну речовин в організмі птиці, а порушення теплового режиму негативно позначається на прояві всіх життєвих процесів. При низькій температурі збільшується тепловіддача тіла, внаслідок чого птахи посилено споживають корм, а при температурі нижче критичною організм не встигає виробляти тепло за рахунок енергії корму, наступає переохолодження, можливі простудні захворювання і навіть смерть. При температурі вище критичної різко зменшується конвективний теплообмін організму з навколишнім середовищем, тому з'являється загроза перегріву і теплового удару. При порушенні температурних умов (переохолодження, перегрів) спостерігається зниження природної резистентності і виникнення легеневих і шлунково-кишкових захворювань. Але різкі коливання температурного режиму протягом доби мають більш сильну негативну дію на організм, ніж постійно підвищена або знижена температура, причому в першу чергу це позначається на молодняку.

У молодняка сільськогосподарської птиці в перші дні життя захисні гуморальні чинники розвинені слабо, шкіра і слизисті оболонки дуже чутливі до хвороботворних мікробів тощо.

Особливо важливо підтримувати оптимальний температурний режим в птахівничих приміщеннях, оскільки у зв'язку із недостатнім розвитком механізму теплорегуляції (наявність щільності оперення, відсутність потових залоз) птах не може швидко пристосовуватися до різких коливань температури повітря. Якщо у тварин з добре розвиненими потовими залозами відбувається інтенсивна фізична терморегуляція, то у птиці краще розвинена хімічна терморегуляція, що дозволяє їй залежно від температури середовища рефлекторно загальмовувати або прискорювати окислювально-відновлювальні процеси в організмі, тим самим зменшуючи або збільшуючи кількість тепла, що утворюється. Тепловіддача у птаха відбувається, в основному, за рахунок випаровування вологи при диханні.

Основний обмін речовин у дорослих курей зберігається тільки при температурі від 10 до 25 °С; при температурі нижче 10 і вище 25 °С погіршується фізіологічний стан птиці і знижується її продуктивність. При температурі повітря 27...29 °С виникає перегрів організму, а це призводить до зниження резистентності, внаслідок чого збільшуються вибраковування і загибель птиці. Крім того, високі температури (у вказаних межах) негативно впливають на якість яєць: знижується їх маса, зменшується вміст протеїну, золи, вітаміну А, каротиноїдів. В результаті порушення мінерального обміну значно погіршується якість шкаралупи: відносна маса і товщина її зменшуються, внаслідок чого стає більше бою і насічки, тобто збільшується відхід високоякісного яйця.

Але і низька температура негативно впливає на зростання, розвиток і продуктивність птиці. До того ж збільшується витрата кормів, частина живильних речовин яких йде на утворення тепла. Так, якщо при температурі 12,8°С яйценоскість складає 75% при витраті кормів 3,5 кг на 1 кг яєчної маси, то при температурі +29° і -5°С ці показники складають відповідно 50 і 25% яйценоскості при витраті кормів 4 і 12,3 кг. При різкому зниженні або підвищенні температури повітря відбувається зрив яйценоскості, на відновлення якої потрібний не менше десяти днів.

Фізіологічно оптимальною температурою в птахівничих приміщеннях для курей-несучок при підлоговому утриманні є 12...14°С, при клітинному утриманні - 15...18°С.

При зниженні температури повітря в приміщеннях для бройлерів з 18 до 10 °С прирости їх у віці 5...8 тижнів зменшуються на 48%, що в перерахунку на кожен градус зниження температури складе близько 6%; при підвищенні температури повітря з 23 до 32°С приріст знижується до 26%, або на 2,9% на кожен градус підвищення температури.

Вологість повітря, у поєднанні з температурою, робить значний вплив на стан здоров'я, птиці і її продуктивність. Водяні пари в повітрі приміщень змінюють його теплоємність і теплопровідність.

Вологість навколишнього середовища значно впливає на терморегуляцію організму птиці, і зокрема на його тепловіддачу, причому висока відносна вологість (85% і вище) негативно діє на організм і тепловіддачу, як при високих температурах навколишнього середовища, так і при низьких.

Підвищена вологість пригноблює обмін речовин і окислювально-відновлювальні процеси в організмі, знижує резистентність птиці. При утриманні тварин і птиці в холодний період року в приміщеннях з високою вологістю часто виникають такі захворювання, як риніт, бронхіт, запалення легень, шлунково-кишкові захворювання у молодняка. Висока вологість сприяє збереженню мікроорганізмів в приміщенні, зокрема патогенної і грибової мікрофлори, що часто є причиною виникнення шкірних захворювань - стригучого лишая, екземи, корости тощо.

У птиці при відносній вологості вище 80 % гальмується тепловіддача, сповільнюється випаровування вологи через органи дихання і посилюється її виділення через травний тракт. При підлоговому утриманні птиці висока вологість повітря робить значний вплив на гігієнічний стан підстилки, перешкоджаючи випаровуванню вологи з неї, що спричиняє можливість виникнення кокцидіоза і інших паразитарних інфекційних захворювань.

Проте надмірно низька вологість повітря (менше 30...40%) при підвищеній температурі також несприятливо відбивається на стані птиці. Повітря птахівничих приміщень з відотною вологістю нижче 50% вважається сухим, викликає роздратування слизистих оболонок дихальних шляхів і очей, підвищує крихкість пера, підсилює втрату вологи організмом. При цьому збільшується потреба птиці у воді, погіршується їстівність корма і знижується продуктивність. Дуже низька вологість обумовлює підвищення запиленості повітря, що може стати причиною респіраторних захворювань.

Найбільш сприятливою (оптимальною) вологістю повітря в приміщеннях для птиці слід вважати відносну вологість в межах 50...70%.

Тепловіддача організму залежить не лише від температури повітря і його вологості, але і від швидкості його руху. При низьких температурах і високій вологості збільшення швидкості руху повітря викликає посилення тепловіддачі організму, що може привести до переохолодження останнього; при високих температурах рухоме повітря оберігає тварин від перегріву, проте, молодняк сільськогосподарських тварин дуже чутливий до підвищеної швидкості руху повітря. Птах також чутливо реагує на рух повітря і не виносить протягів, які часто є причиною простудних захворювань. Тому в тваринницьких і птахівничих приміщеннях швидкість руху повітря в зоні знаходження птиці повинна бути взимку в межах 0,2...0,3 м/с, літом до 1,0...1,5 м/с.

Хімічний склад повітря

Разом з фізичними властивостями хімічний склад повітря також сильно впливає на фізіологічний стан і продуктивність птиці.

В процесі життєдіяльності птиці з її організму з повітрям, що видихається, постійно надходить вуглекислий газ, при цьому його вміст в приміщенні підвищується, а вміст кисню - знижується. В повітрі пташників накопичуються аміак, сірководень, клоачні гази і інші продукти гниття і бродіння органічних речовин.

Птиця відрізняється від інших видів тварин інтенсивнішим обміном речовин. Так, з розрахунку на 1 кг маси курчата виділяють вуглекислого газу, тепла і поглинають кисню приблизно в 5...6 разів більше, ніж велика рогата худоба. Крім того, при розкладанні посліду в повітрі накопичується велика кількість шкідливих газів, оскільки в пташиному посліді знаходиться 20...25% різних, не повністю використаних речовин, у тому числі і білки, що містять сірку. Під впливом мікрофлори, тепла і вологи послід розкладається, внаслідок чого утворюється аміак, сірководень. Особливо висока концентра-

ція аміаку в приміщеннях, де птах міститься на глибокій підстилці, а також при тривалому зберіганні посліду в пташнику.

Газовий склад повітря в приміщеннях багато в чому обумовлюється санітарним станом останніх, щільністю розміщення птиці, способами видалення гною, рівнем повітрообміну тощо.

Підвищені концентрації вуглекислого газу в повітрі приміщень негативно впливають на фізіологічний стан, в організмі сповільнюються окислювальні процеси, підвищується кислотність тканин, зменшується лужний резерв крові і виникає демінералізація кісткової тканини; вдихання повітря із збільшеним змістом CO_2 викликає порушення терморегуляції в організмі.

У птиці збільшення концентрації вуглекислого газу в крові сприяє уповільненню дихання і може викликати навіть повну його зупинку, а при тривалому перебуванні в приміщенні, де вміст вуглекислого газу в повітрі перевищує 0,3%, можливе хронічне отруєння: птах стає млявим, його зростання сповільнюється, іноді взагалі припиняється.

Аміак - токсичний газ, також негативно впливає на здоров'я і продуктивність птиці. Тривале вдихання повітря із вмістом навіть невеликої кількості аміаку ослабляє резистентність організму і сприяє виникненню різних захворювань, особливо легеневих. Це пояснюється тим, що створюється сприятливе середовище для активізації умовно патогенної мікрофлори на слизистій оболонці дихальних шляхів.

При тривалому вдиханні повітря з підвищеною концентрацією аміаку знижується вміст гемоглобіну і еритроцитів в крові, виникає анемія. Крім того, погіршуються функція травного тракту, перетравлення протеїнових речовин, жиру, клітковини, а це спричиняє за собою загальне ослаблення організму. У птахів розвиваються виділення сльози, кон'юнктивіти і запалення трахеї, бронхів, легенів, зменшуються споживання корму і засвоюваність живильних речовин, а отже, і прирости; статеве дозрівання затримується,

ослабляється місцева і загальна опірність організму до дії шкідливих чинників, птиця стає сприйнятливою до інфекційних захворювань.

Сірководень також дуже токсичний. Високий вміст його в повітрі сприяє загальмовуванню окислювальних процесів в організмі, може викликати запалення і набряк легенів, є однією з причин кисневого голодування птиці. Він негативно діє і на нервову систему. Тривале вдихання підвищених концентрацій сірководню може завершитися хронічним отруєнням.

Отже, підвищені концентрації аміаку, вуглекислого газу і сірководню в повітрі приміщень чинять негативний вплив на фізіологічний стан організму птиці. Тому птахівничі приміщення необхідно обладнати ефективними системами вентиляції.

Таким чином, продуктивність і природна резистентність тварин і птахів залежать як від спадковості і повноцінного годування, так і від умов утримання та мікроклімату.

1.4. Основні шляхи поліпшення мікроклімату в птахівницьких приміщеннях

Створити оптимальні зоогігієнічні умови в птахівничих приміщеннях можна лише при здійсненні комплексу заходів: раціоналізації об'ємно-планувальних проектів будівель, поліпшенні теплоізоляції захищаючих конструкцій, застосуванні ефективних каналізаційних і вентиляційно-опалювальних систем, систем кондиціонування і очищення повітря, іонізації тощо.

Для зниження питомої вартості будівництва і експлуатаційних витрат важливе значення мають блокування споруд і будівництво будівель квадратної форми. Досвід ряду господарств в нашій країні і за рубежом свідчить про значні економічні переваги блокування будівель: знижується площа за будови, зменшуються витрати на комунікації, будматеріали тощо.

Слід відзначити, що неможливо створити належний мікроклімат птахівницьких приміщень без ефективного теплозахисту конструкцій. Теплоізоляція дозволяє зменшити витрати на опалювання, оперативно регулювати параметри мікроклімату і уникати утворення конденсату на стінах. Хороший теплозахист конструкцій птахівницьких приміщень в зимовий час дозволяє раціонально використовувати тепло птиці, а літом створює прохолоду, захищаючи птицю від дії високих температур ззовні.

Будівельні матеріали для приміщень птахівництва повинні бути не лише мало теплопровідними, але і мати достатню повітряну непроникність, мікроскопічну пористість і вогнестійкість, забезпечувати міцність споруди; не бажані такі властивості, як гігроскопічність і вологоємність. За останні роки при будівництві птахофабрик широко використовують різні види залізобетонних конструкцій. Експлуатація таких приміщень показала, що підтримувати в них необхідний мікроклімат дуже складно, вологість повітря тут перевищує гранично допустимі зоогігієнічні нормативи, а внутрішня поверхня огорожі покривається рясним конденсатом. Тому для поліпшення теплоізоляції слід застосувати більш довершені будівельні матеріали - легкі бетони і багатошарові панелі для стін, пінопласт і мінеральні вироби для покриття тощо. Шлакобетон і залізобетон в захисних конструкціях потрібно використовувати обмежено і поєднувати з утеплювальними і повітронепроникними матеріалами.

Особливу увагу слід приділяти утепленню підлоги. Втрата тепла через підлогу складає 30...40% всіх теплових втрат приміщення. При укладанні підлоги застосовують бетон, цеглину, дерево і інші будівельні матеріали. З вітчизняних конструкцій заслуговують на увагу керамічні, керамзито-асфальтобетонні, керамзитобетонні з полімерним покриттям. Такі підлоги теплі, майже не деформуються, поверхню покриття легко очищати і дезінфікувати. Найбільш комфортабельні і гігієнічні підлоги з кордо-резинобітумним настилом і з легких бетонів з плитковим покриттям. Доцільно використовува-

ти як настил підлоги пінопласти, що відрізняються хорошими теплозахисними властивостями, водонепроникністю, стійкістю проти фізичних, бактеріологічних дій, тривалим терміном служби.

Мікроклімат в приміщеннях птахівництва багато в чому залежить від нормального функціонування системи каналізації, а також від того, як регулярно прибирається послід. Без правильно обладнаної і безвідмовно працюючої каналізації в будівлях і на території ферм неможливо створити оптимальний мікроклімат.

Послід з приміщення повинен видалятися регулярно, тому що нерегулярне прибирання веде до накопичення в приміщеннях аміаку, сірководню, двоокису вуглецю, а також органічних сполук типу амінів, меркаптанів, скатолів, які негативно впливають на стан тварин і обслуговуючого персоналу.

При концентратном типі годування і високій продуктивності тварин ставляться підвищені вимоги до повітряного середовища. Хороше годування сприяє посиленню обміну речовин, у зв'язку з цим для окислення і засвоєння корму необхідно, щоб в організм тварин з чистим повітрям поступала достатня кількість кисню. Чим інтенсивніше обмін речовин, тим більше тварини споживають кисню з повітря і тим більше виділяють вуглекислого газу при диханні, одночасно в приміщення поступає значна кількість тепла і водяної пари. Тому при тривалому вмісті тварин в закритих приміщеннях роль повітрообміну зростає. Повітрообмін не тільки дозволяє створити в тваринницьких приміщеннях оптимальний температуро-вологісний режим і підтримувати газовий склад повітря відповідно до зоогігієнічних нормативів, але і сприяє видаленню пилу, мікроорганізмів. Саме тому вентиляція є одним з найбільш ефективних засобів, за допомогою яких можна змінити в потрібному напрямі вплив повітряного середовища на фізіологічний стан і продуктивність тварин.

Ефективність систем вентиляції птахівницьких приміщень в значній мірі визначається аеродинамічними схемами організації повітрообміну. Най-

більш економічними і прийнятними для більшості типів тваринницьких і птахівничих приміщень є механічні витяжні системи вентиляція, суміщені з повітряним опалюванням, з аеродинамічною схемою повітрообміну за принципом зверху «вниз»: у зимовий період подача свіжого повітря здійснюється через водяні, парові калорифери, теплогенератори і відцентрові вентилятори по повітроводам; у теплий період - через шахти в стельовому перекритті. Видаляють забруднене повітря з нижньої зони за допомогою осьових вентиляторів, встановлених в бічних стінах конструкцій.

Разом із створенням необхідного повітрообміну в приміщеннях і підтримки оптимального температурно-вологісного режиму, велику увагу слід приділяти очищенню повітря, особливо на птахівничих фермах, де концентрація пилу і щільність мікробного фону досить високі. При великій запиленості зовнішнього повітря і високому вмісті в ньому мікроорганізмів вентиляція стає по суті даремною і навіть погіршує умови внутрішнього повітряного середовища. Із сказаного виходить, що повітря в системах вентиляції необхідно очищати.

Перспективним є застосування систем вентиляції у поєднанні з електричними іонізаційними установками, що дозволяють насичати повітря легкими негативними іонами і підтримувати в птахівницьких приміщеннях концентрацію іонів в повітрі на рівні з атмосферою. Це обумовлено тим, що на фермах повітря насичається водяними парами, пилом і мікроорганізмами, в ньому знижується кількість легких негативних іонів, а вміст важких збільшується. Встановлено, що негативно заряджені легкі іони повітря, в протилежність позитивним, сприятливо впливають на організм тварин і мають гігієнічне і лікувальне значення. Іонізація є одним з чинників, поліпшуючих санітарно-гігієнічний стан повітряного середовища птахівницьких приміщень, оскільки багато в чому сприяє осадженню пилу і мікроорганізмів. Штучно іонізоване повітря птахівницьких приміщень підвищує обмін речовин в орга-

нізмі, стимулює продуктивність тварин, знижує їх захворюваність і смертність.

Слід відзначити, що системи забезпечення іонного складу повітря в пташниках ще не отримали достатнього розповсюдження. Тому потребують дослідження технічні засоби і системи іонізації. Дослідження, багатьох вчених свідчать, що іонізація повітря покращує мікроклімат, підвищує продуктивність птиці, а також проявляє стимулюючий, профілактичний і терапевтичний ефекти, що залежить від кратності, тривалості дії аерофонів, їх концентрації в повітрі.

Продуктивні показники птаха при іонізації повітря приріст, яйцекітність, захворюваність, особливо при утриманні в клітинних батареях, сильно відрізняються від результатів впливу аероіонізації на тварин. Пояснюється це тим, що для птахів саме при клітинному утриманні створені найгірші умови утримання. Тут і найменший об'єм повітря на одну голову, і низька освітленість, і сильна загазованість, і тіснота.

Разом з вказаними чинниками для створення оптимального мікроклімату в птахівницьких приміщеннях необхідно використовувати спеціалізоване вентиляційно-опалювальне устаткування з іонізацією повітря і автоматичною системою управління.

Висновки за розділом 1

В розділі проведений аналіз технології утримання птиці в вітчизняних птахівницьких приміщеннях, висвітлені параметри мікроклімату і їх значення для птиці та основні шляхи поліпшення мікроклімату в птахівницьких приміщеннях.

Для підвищення якості продукції, зниження її собівартості, підвищення продуктивності необхідна розробка електротехнологічної системи забезпечення параметрів мікроклімату: температури повітря в приміщенні для утримання птиці, газового та іонного складу повітря.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СИСТЕМ ІОНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯ В ПТАХІВНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

2.1. Іони та аероіони, природна і штучна аероіонізація

Сприятлива дія гірського і морського повітря на організм людини відома з давніх часів. Спроби пов'язати цілющу дію повітря з його електричними властивостями відносяться до початку 18-го століття, коли були винайдені перші прилади для отримання статичної електрики, які почали використовувати для лікування. Великий внесок у відкриття біологічної і фізіологічної дії атмосферних іонів належить Чижевському О. Л., який в 1918-1922 р. вперше здійснив експериментальні дослідження впливу тільки позитивних або тільки негативних іонів на організм тварин [20]. В результаті було доведено, що благотворними для живих організмів аероіонами є легкі негативні іони кисню повітря.

Проте спори супротивників уніполярної іонізації про докази щодо користі для організму негативних іонів продовжуються і до наших днів. Біполярні аероіонізатори можуть знайти своє застосування лише в повністю деіонізованих приміщеннях за відсутності в них джерел позитивних аероіонів, що на практиці є неможливим. Наукових доказів благотворного впливу від дії позитивних аероіонів на живий організм до теперішнього часу не виявлено.

Наразі проводиться велика дослідницька робота по вивченню впливу аероіонів на організми тварин і людини. Відповідно до отримуваних даних вводяться офіційно затверджені норми і правила, які регулюють і визначають вміст в повітрі аероіонів і класифікують їх за ступенем рухливості, а також за коефіцієнтом уніполярності [9].

Кількість аероіонів в повітрі характеризується їх концентрацією в кубометрі повітря, а аероіонний режим є частиною газового режиму приміщен-

ня. Аероіони - це дрібні комплекси атомів або молекул, що несуть позитивний або негативний заряд. Залежно від розмірів і рухливості, розрізняють три групи аероіонів: легкі, середні і важкі.

Причини іонізації повітря різні: присутність радіоактивних речовин в корі землі, наявність радіоактивних елементів в будівельних і облицювальних матеріалах, природна радіоактивність повітря і землі (радон), гірських порід (ізотопи K40, U238, Th232). Головний іонізатор повітря - космічне випромінювання, а також розпорошення води, атмосферна електрика, тертя частинок піску, снігу тощо.

Іонізація повітря відбувається наступним чином: під дією зовнішнього чинника молекулі або атому газу надається енергія, необхідна для видалення одного електрона з ядра. Нейтральний атом стає позитивно зарядженим, а вільний електрон, що утворився, приєднується до одного з нейтральних атомів, передаючи йому негативний заряд і утворюючи негативні аероіони.

До таких позитивно і негативно заряджених аероіонів в частки секунди приєднується певне число молекул і газів, що входять до складу повітря. В результаті утворюються комплекси молекул, звані легкими аероіонами. Легкі аероіони, стикаючись в атмосфері з іншими аероіонами і ядрами конденсації, утворюють аероіони великих розмірів - середні, важкі і ультраважкі аероіони.

Концентрацію аероіонів прийнято вимірювати кількістю елементарних зарядів в кубометрі повітря $\epsilon = + 1,6 \times 10^{-19} \text{ Кл / м}^3 \text{ (e/м}^3\text{)}$. Авторами досліджень [19] встановлено, що при концентрації іонів 10 шт/см^3 , час життя електрона до рекомбінації з іоном кисню складає 10 с. За даними [17], залежно від ступеня чистоти повітря середня тривалість життя легких аероіонів складає: у передмісті 25 - 39 с, в місті 12 - 14 с. Потім легкий аероіон осідає на яку-небудь частинку і перетворюється у важкий або поволірухомий аероіон. Ефективний час життя аероіонів залежить від швидкості руху іонів і центрів рекомбінації з урахуванням їх концентрацій і зон дії. Результати розрахунків просторового розподілу концентрацій аероіонів побли-

зу іонізатора для різною часу «життя» автори роботи [18] показують, що час життя аерона до рекомбінації в діапазоні від 0,1 до 100 секунд не робить істотного впливу на їх просторовий розподіл.

Під впливом іонізації в повітряному середовищі відбуваються фізико-хімічні процеси стосовно головних складових повітря - кисню та азоту. Найбільш стійкі негативні аероіони можуть утворювати наступні елементи хімічних речовин та їхніх сполук: атоми вуглецю, молекули кисню, озону, вуглекислого газу, діоксиду азоту, діоксиду сірки, молекули води, хлору тощо.

Хімічний склад легких аероіонів залежить від хімічного складу повітряного середовища. Це впливає на газовий режим приміщення та призводить до збільшення в повітрі концентрації стабільних молекулярних аероіонів. На шкідливі домішки встановлені норми гранично допустимої концентрації (ГДК), як на нейтральні незаряджені молекули. Шкідливий вплив заряджених домішок на організм людини збільшується.

«Внесок» кожного виду молекулярних іонів в дискомфорт або в комфорт навколишнього повітряного середовища різний. Чим чистіше повітря, тим довший час життя легких аероіонів. Позитивні аероіони менш рухливі і довше живуть у порівнянні з негативними аероіонами.

Іншим фактором, що характеризує аероіонний режим приміщення, є коефіцієнт уніполярності, який показує кількісне переважання негативних аероіонів над позитивними для якої-небудь групи аероіонів. Для приземного шару атмосфери коефіцієнт уніполярності дорівнює 1,1-1,2. Коефіцієнт уніполярності залежить від наступних факторів: пори року, рельєфу місцевості, географічного розташування і електродного ефекту від впливу негативного заряду поверхні землі, при якому позитивний напрямок електричного поля поблизу поверхні землі створює переважно позитивні аероіони. У разі протилежного напрямку електричного поля переважно утворюються негативні аероіони.

Для гігієнічної оцінки аероіонного режиму приміщення прийнятий показник забрудненості повітря, який визначається відношенням суми важких аероіонів позитивної і негативної полярності до суми позитивних і негативних легких аероіонів. Чим менше величина показника забрудненості повітря, тим більш сприятливий аероіонний режим. Концентрація легких аероіонів обох полярностей залежить від ступеня урбанізації місцевості і від екологічного стану навколишнього середовища проживання.

Великий вплив на аероіонний режим надає рослинність. Летючі виділення рослин, звані фітонцидами, дозволяють якісно і кількісно поліпшити аероіонний режим навколишнього середовища. У сосновому лісі зростає концентрація легких аероіонів і зменшується концентрація важких аероіонів. Серед рослин, здатних сприятливо вплинути на аероіонний режим, можна виділити наступні: пролісок, бузок, біла акація, герань, олеандр, ялина сибірська, ялиця.

Фітонциди впливають на аероіонний режим процесами перезарядки аероіонів, за рахунок чого можлива трансформація середніх і важких аероіонів в легкі. Іонізованість повітря має значення для здоров'я і самопочуття людини. Перебування людей в вентильованому приміщенні з високою вологістю і запиленістю повітря, при недостатньому повітрообміні, значно зменшує число легких аероіонів. При цьому зростає концентрація важких аероіонів, а заряджена іонами пил затримується в дихальних шляхах людини на 40% більше. Повітря, що проходить обробку в кондиціонері, в припливній камері, в системі повітряного опалення втрачає аероіони і аероіонний режим в приміщенні погіршується в десятки разів.

Легкі аероіони надають лікувальну і профілактичну дію на організм людини в концентрації $5 \times 10^8 \dots 1,5 \times 10^9$ е/м³. При штучній іонізації повітря утворюються легкі аерофони, які мають такі ж корисні властивості, як і аероіони, що утворилися природним чином [3]. Відповідно до норм підвище-

на і знижена концентрації легких аероіонів в повітрі віднесені до групи фізично шкідливих факторів.

Існує кілька типів апаратів для штучної іонізації повітря в приміщеннях, серед яких можна виділити іонізатори наступного типу: коронарні, радіоізотопні, термоелектронні, гідродинамічні і фотоелектричні. Іонізатори можуть бути місцеві і загальні, стаціонарні і переносні, регульовані і нерегульовані, генеруючі уніполярні і біполярні легкі аероіони.

Вигідно поєднувати аероіонізатори з системами припливної вентиляції і кондиціонування повітря, при цьому необхідно, щоб аероіонізатори були розташовані якомога ближче до обслуговуваної зони приміщення, щоб знизити втрати аероіонів при їх транспортуванні. Підігрів повітря веде до збільшення числа легких аероіонів, але взаємодія аероіонів з металевими частинами калориферів і підігрівачів зменшує їх концентрацію, охолодження повітря веде до помітного зменшення концентрації легких аероіонів, осушення і зволоження призводить до знищення всіх легких рухливих аероіонів і утворення важких аероіонів за рахунок розпилення води. Результати досліджень свідчать, що дослідники показують, що середній час «життя» легкого аероіона складає не меншого 30 с. Причому надалі якась частина легких іонів рекомбінує, а якась прилипає до частинок аерозоля повітря, з утворенням середніх та важких іонів. Таким чином, застосування штучної іонізації, особливо в постійному режимі, поступово понижує запилення до певного рівня і тим самим збільшує час «життя» іонів. Прикладом тому може служити різний час «життя» аероіонів в передмісті і в місті [16].

2.2. Способи і види іонізації повітря

Аероіони з нейтральних молекул повітря можна отримати декількома шляхами. Розглянемо кожний з них на предмет використання в пташнику.

У гідроаероіонізаторах використовується баллоелектричний ефект: виникнення електричних зарядів при розбризкуванні води. При цьому дрібні краплі заряджають негативно, а великі - позитивно. Аерозоль, створений гідроаероіонізатором, значно зволожує повітря, що благотворно впливає на мікроклімат в приміщеннях з вологістю менше 60%. Але ця властивість не дозволяє застосовувати гідроаероіонізатори в приміщеннях пташників з підвищеною вологістю.

У термоелектронних аероіонізаторах негативні аероіони утворюються за рахунок явища термоелектронної емісії - випускання електронів розжареними тілами. Якщо розжарене до 1000 - 1200°C тіло обдувати повітрям, то молекули кисню приєднують електрони, що випускаються тілом, утворюючи негативні аероіони. До недоліків термоелектронних аероіонізаторів слід віднести підвищену їх пожежонебезпеку і можливість появи неприємних запахів при згоранні пилу, який може проникнути в аероіонізатор разом з потоком повітря, що продувається.

У ультрафіолетовому аероіонізаторі відбувається фотоіонізація молекул повітря квантами ультрафіолетового діапазону електромагнітного спектру. У аероіонізаторах як джерело ультрафіолетового випромінювання використана ртутно-кварцова лампа, встановлена всередині металевій труби, через яку вентилятором продувається повітря. Рішення про іонізацію повітря пташника ртутно-кварцовими лампами повинне прийматися в сукупності з іншими технічними проблемами: «іонна» продуктивність лампи, вартість устаткування і енергоспоживання, забезпечення захисту контактних з'єднань ламп від корозії при вологому повітрі, пожежонебезпека і відведення тепла тощо. Крім того, при використанні ртутно-кварцових ламп необхідно контролювати виробіток озону.

У радіоізотопних іонізаторах зазвичай використовують альфа-промені, які мають найбільшу іонізуючу і малу проникаючу здатність. Зважаючи на

особливості техніки безпеки при роботі з радіоізотопами, слід відзначити, що поки вони застосовуватимуться лише в експериментальних роботах.

У електро розрядних аероіонізаторах для отримання іонів використовуються електричний розряд в повітрі. Важливою перевагою електричного розряду є можливість створення уніполярного розряду, що дозволяє отримувати аероіони необхідної полярності без застосування яких-небудь електричних сепараторів. Для створення електричного розряду в повітрі необхідно, щоб хоча б один з електродів мав невеликий радіус кривизни (тонкий дріт, вістря тощо). При достатній напрузі на електроді з більшою кривизною виникає електричний розряд у вигляді слабкого шару, що світиться, оточуючи цей електрод [19]. Цей спосіб отримання аероіонів безпечніший і легко піддається вимірюванню і регулюванню, а наявні технології дозволяють створювати різні пристрої, як, наприклад, запропонована установка для іонізації повітря пташника.

Виходячи з розглянутих систем для іонізації повітря і з урахуванням вимог, що пред'являються до аероіонізаторів [20], доведено, що найбільш прийнятним способом аероіонізації для застосування в умовах промислового птахівництва, може бути спосіб отримання аероіонів за допомогою електро-розрядних аероіонізаторів. Кращим електричним розрядом для отримання негативних аероіонів є темний самостійний розряд, при різко неоднорідному полі. При темному самостійному розряді розрядний струм становить порядку 10^{-7} - 10^{-8} А, при цьому не генеруються біологічно активні гази, такі як озон і оксиди азоту [14].

Таким чином, з електро розрядних аероіонізаторів переважним є іонізатор, що використовує темний електричний розряд. Для різних видів розрядних електродів і залежно від відстані між анодом і катодом та геометричних розмірів електродів зона темного розряду має різні розміри за напругою. При певній конструкції електродів або при певній напрузі можливий режим переходу із зони темного розряду в зону коронного розряду з одночасною генера-

цією аероіонів і озону. Дослідження роботи коронно-розрядних систем з мінімальним і підвищеним генеруванням озону розглянуті в роботі [10]. Тобто, збільшенням напруги будь-який генератор аероіонів можна переводити з режиму темного розряду в режим коронного розряду з генерацією озону. Впливати на кількість озону, що виробляється, також можна зміною частоти напруги живлення, наприклад, до частоти 600-10000 Гц.

Крім того, враховуючи обмеження ГПК кращим варіантом озонування буде використання установок локального розподілу іонів і озону по клітках пташника, прикладом такого поєднання функцій служить система внутріклітинного іонізатора-озонатора [18].

Проблема заборони використання озону полягає в його токсичності і можливому перевищенні норм. Для приміщень пташників виходом може бути розподіл озону низької концентрації рівномірно по всьому приміщенню пташника. Розглянуті пристрої забезпечують екологічно чисті способи обробки повітряного середовища і в результаті їх застосування можливий значний економічний ефект

2.3. Класифікація систем аероіонізації повітря

Наявні системи аероіонізації приміщень за допомогою електричного розряду можна класифікувати по групах, приведених на рис. 2.1.

Іонізація повітря усередині приміщення, не пов'язана з припливною вентиляцією, здійснюється установками загальної іонізації. Для цього можна використовувати класичні люстри Чижевського або дротяні електроди, натягнуті уздовж приміщення. Недоліками є підвищена небезпека, нерівномірний розподіл іонів (люстра Чижевського) і низька механічна міцність дротяних електродів. Крім того, можливе розміщення розрядних електродів усередині клітинних батарей або на протяжному провіднику голок або резисторів із загостреним виводом, як у іонізатора Н. І. Сазонова.



Рисунок 2.1 - Класифікація систем аероіонізації повітря

Але подібні пристрої придатні лише в умовах недоступності для тварин і птиці. А тривала промислова експлуатація таких іонізаторів буде вельми проблематичною, оскільки різного роду домішки, що містяться в повітрі пташників, протягом короткого часу приведуть в повну непридатність розрядні пристрої.

Так само не сприятимуть довговічності санітарні заходи, що проводяться в приміщенні пташника після кожного технологічного циклу (санітарна обробка, побілка тощо). Захисні покриття розрядних голок і сітки люстри Чижевського, наприклад голок нітритом титану, а сітки - хромом, або застосування титанового дроту, підвищує довговічність пристрою, але підвищує його вартість. Також дорогим є демонтаж і повторний монтаж аероіонізаційних установок. Крім того конструкції для іонізації повітря усередині кліток

будь-якого виконання мають постійний контакт з птицею, що може спричинити фізичне руйнування установок і порушення ізоляції високовольтних проводів. В умовах постійної підвищеної запиленості і загазованості вони мають короткий термін служби. При способі електричного з'єднання з високовольтним джерелом, паралельно від однієї протяжної лінії, замикання або часткове порушення ізоляції в одному із численних аероіонізаторів спричинить зниження загальної напруги у всій лінії і припинення роботи всіх іонізаторів.

Застосування іонізаційних «гармат» (загальна назва компактних пристроїв, що генерують іони, основною характеристикою яких є видування з корпусу за допомогою вентилятора або іонного вітру потоку аероіонів) через нерівномірність розподілу іонів по приміщенню і захаращування приміщення пташника можливо тільки як додатковий засіб. До категорії іонізаційних «гармат» можна віднести установки локальної іонізації.

Багато дослідників схиляються до того, що найбільші перспективи мають системи з іонізацією припливного повітря, оскільки біологічна ефективність штучної іонізації залежить від надходження в тваринницькі приміщення чистого повітря з нормальним вмістом кисню. Тому доцільно іонізувати не повітря тваринницьких приміщень, а зовнішнє повітря, що поступає в приміщенні через вентиляційні канали. Перевагою є також те, що використання існуючої системи розподілу припливного повітря і тиск вентиляційного повітря служить для більш рівномірного розподілу аероіонів в приміщеннях, відокремленням робочих органів аероіонізаційних установок від тварин і людей в цілях підвищення їх безпеки при експлуатації високовольтного устаткування.

Іонізацію припливного повітря можна проводити двома шляхами: централізований - іонізувати повітря, що поступає у повітроводи, безпосередньо після напірного вентилятора і децентралізовано - іонізувати повітря у вихідних патрубках повітроводів.

Ці установки складаються з ґрат з голками у вузлах і ґратчастої приймальної пластини, в зазорі між двома цими ґратами відбувається генерація аероіонів, які і видуваються повітрям, що нагнітається. Вони можуть розташовуватися у повітроводі безпосередньо після нагнітаючого вентилятора, тобто розміщення централізоване, або по довжині повітроводу перед кожним відгалуженням вихідного патрубку.

Недоліками децентралізованої системи аероіонізації є труднощі при монтажі та експлуатації, а також збільшена вартість і підвищені експлуатаційні витрати. Проте зі всіх розглянутих вище конструкцій найбільш прийнятною для промислового застосування, з погляду розподілу аероіонів по приміщенню пташника, є конструкція децентралізованої системи аероіонізації.

Результати робіт А.Л.Чижевського показують малу ефективність передачі іонізованого повітря за системою заземлених металевих повітроводів припливної вентиляції. При випробуваннях повітроводів, виготовлених з дерева і металу, при відстані більше 13 метрів від первинної концентрації аероіонів, на виході металевого та дерев'яного повітроводу залишається близько 1%. Атмосферне повітря, пропущене через заземлену металеву трубу (довжина 20 м), втрачало негативно заряджені іони на 2-3 порядки внаслідок деіонізації.

Рівень природної іонізації повітря становить приблизно 0,7-0,95 тис. шт/см³ встановлений самою природою і найбільш прийнятний для «натуральної профілактики».

Відомо, що біологічний об'єкт працює за принципом акумулятора - більш ніж треба заряд не береться. Таким чином, шкоди від великих концентрацій саме аероіонів немає, а твердженню про шкоду, можливо, сприяють супутні високовольтній генерації озон і оксиди азоту. Адже саме ці гази часто виходять при сильних коронних розрядах великих кількостях аероіонів. А. Л. Чижевский указував в своїх роботах, що при проведенні тривалих досліджень з великими концентраціями аероіонів ні вони самі, ні їх співробітні-

ки не мали погіршень здоров'я або самопочуття. Обмеженням є можливий ефект від електризації пір'я птахів.

Кращий варіант режиму аероіонізації - постійна дія. Організм потребує негативних іонів постійно, а також при такому режимі приміщення пташника буде виключена можливість ослаблення електростатичної дії, яка не дозволяє мікрофлорі далеко виходити за межі поверхні.

Твердження про малу корисність або навіть шкідливість важких іонів кисню виходить із сталої думки, що легкий іон кисню проникає в альвеоли, де легко передає свій заряд в кров. Звичайно, глибина проникнення легкого атома кисню всередину живого організму значно вище у порівнянні з важкою частинкою аерозолу, що особливо має багатократний елементарний заряд. Але ж і мета - передача негативного заряду в кров може бути досягнута шляхом подолання незначного омічного опору тканині слизистих оболонок дихальних шляхів, які, як правило, ще і зволожені. А для цього не обов'язково декільком легким атомам кисню «летіти» в альвеолу, достатньо одному важкому іону осісти, наприклад, в гортані, де він «віддає» свій заряд, перетвориться на звичайний пил, який буде видалений за допомогою відкашлювання. Також, доведено, що негативні іони дуже корисні для живих організмів які не використовують для дихання альвеоли - це ембріони, що знаходяться всередині яйця.

Таким чином, можна стверджувати, що негативна уніполярна іонізація повітря надає благотворну дію на живий організм, при її безперервній дії без розділення на легкі, середні і важкі іони.

Кожна з систем іонізації має свої переваги і недоліки. Установки іонізації повітря, що не пов'язані з припливною вентиляцією, виробляють велику кількість аероіонів, але знаходячись усередині приміщення захаращують його, чим підвищують складність і небезпеку експлуатації. Крім того, установки виділяють локально великі концентрації іонів, а протяжні дротяні електроди механічно не міцні.

Установки іонізації повітря пов'язані з припливною вентиляцією, наприклад, іонізаційні насадки на патрубки вентиляції, менш небезпечні при експлуатації, але складні в монтажі через наявність протяжних ліній і великої кількості розрядних елементів, що знаходяться під високою напругою. Коротке замикання в такій установці приведе до тривалого відключення системи.

Таким чином, аналіз літературних джерел і їх узагальнення дозволили зробити висновки, що аероіонізація пташників (при концентрації іонів від 8 до 1000 тис. шт./см³ в зоні дихання птахів і при експозиції від 15 хвилин до цілодобової):

- збільшує продуктивність птиці по яйценосності (від 1,5 до 23%) і по приростах (від 3,9 до 21,8%);

- збільшує засвоюваність живильних речовин корму;

- нормалізує психофізичну реакцію організму птиці, який виявляється у вигляді зменшення загибелі (від 3 до 21,4%) і вибраковування птиці, зниження рівня захворюваності і стресового навантаження на птицю та підвищення якості кінцевого продукту:

- покращує мікроклімат приміщення, зокрема знижує вологість повітря, за рахунок знепилювання (від 40 до 80%);

- зменшує мікробну забрудненість повітря (від 30 до 80%), при цьому відбувається знищення або ослаблення мікроорганізмів;

- знижує шкідливість викидів з повітрям витяжної вентиляції.

Разом з тим однозначний висновок за розмірами доз і часу експозиції, зробити важко, отже рекомендувати якийсь з представлених режимів аероіонізації, як універсальний, неможливо. Тим більше, що всі рекомендовані режими при перекладі в біоодиниці менше, ніж може отримати птах, цілодобово знаходячись в природних умовах.

У більшості випадків рекомендації дослідників про періодичність іонізації пов'язані з технічними труднощами по забезпеченню низької концентрації аероіонів по відношенню до природної. Таким чином, концентрація не-

гативних іонів близько 0,7-0,95 тис. шт/см³, присутня цілодобово в зоні дихання птаха, є необхідною і достатньою як робоча і профілактична дози.

2.4. Прилад для контролю ступеня іонізації в приміщенні

Корегування аероіонної обстановки вимагає вимірювання характеристик аероіонів. Активні дослідження аерофонів, як елементу атмосферної електростатики почалися більше сторіччя тому, в результаті досягнуті значні теоретичні та практичні результати. Проте на сьогодні подібні вимірювання ще не достатньою мірою упроваджені в практику, оскільки технічні, експлуатаційні і вартісні характеристики відомих аероіонометрів серійного виготовлення не повністю задовольняють сучасним вимогам.

Наразі затверджені норми іонізації та доведена необхідність контролювати їх дотримання. Проте контроль за іонізацією залишається дотепер не вирішеним. Вимірювання іонного стану будь-якої речовини полягає у знаходженні кількості часток, а саме: позитивно, негативно і нейтрально заряджених іонів [6]. За параметр контролю слід брати ступінь іонізації повітря, який визначається як відношення числа іонізованих часток n до загального числа часток N :

$$s = \frac{n}{N}. \quad ()$$

Необхідне вимірювання концентрації іонів одночасно позитивної і негативної полярності, а також для виведення ступеня іонізації в приміщенні. Тобто ступінь іонізації в цьому випадку є коефіцієнтом уніполярності:

$$s = \frac{n_p + n_n}{N}, \quad ()$$

де n_p - кількість негативно заряджених часток, а n_n - кількість позитивно заряджених часток.

Для того, щоб охарактеризувати стан іонів в повітрі, недостатньо знати тільки відсоткову присутність їх у повітрі, оскільки іонні властивості повітря визначаються також властивостями самих іонів. Необхідно вимірювати не електричну провідність повітря, оцінюючи іонний склад, а робити виміри концентрації самих іонів [7]. Таким чином можна поставити конкретні вимоги до приладу контролю ступеня іонізації в приміщенні:

1. Вимірювання іонів негативної і позитивної полярностей одночасно.
2. Знаходження коефіцієнту уніполярності.
3. Зведення часу затримки приладу до мінімуму.
4. Перевірка отриманих даних на відповідність класу точності.
5. Можливість вибору режиму роботи.
6. Наявність цифрової індикації.
7. Вибірка, обробка та зберігання інформації за допомогою мікропроцесорного блока.
8. Можливість зв'язку з персональним комп'ютером.
9. Можливість зв'язку з іонізатором та корегування його роботи.

За основу взято прилад побудований на іонізаційному методі, принцип дії якого спрямований на властивості самих іонів [6]. Однією з цих властивостей є рухливість іонів. Рухливість іонів можна знайти, вимірюючи число іонів залежно від поляризуючого потенціалу, прикладеного до іонізаційної камери. Характеристична крива для позитивних іонів відрізняється від кривої для негативних іонів, як показано на рис. 2.2. Характеристика для негативних іонів має вигляд безперервної кривої, в той час, як особливістю характеристики позитивних іонів є те, що вона складається з ряду прямих відрізків з точками зламу, при певних значеннях поляризуючого потенціалу. Можна розрізнити три групи позитивних іонів з відповідними рухомостями 0.42, 0.84 і $2.5 \text{ см}^2/(\text{с}\cdot\text{в})$. Тому при розробці методу розрахунку кількості часток слід брати за досліджуваний параметр саме рухомість часток.

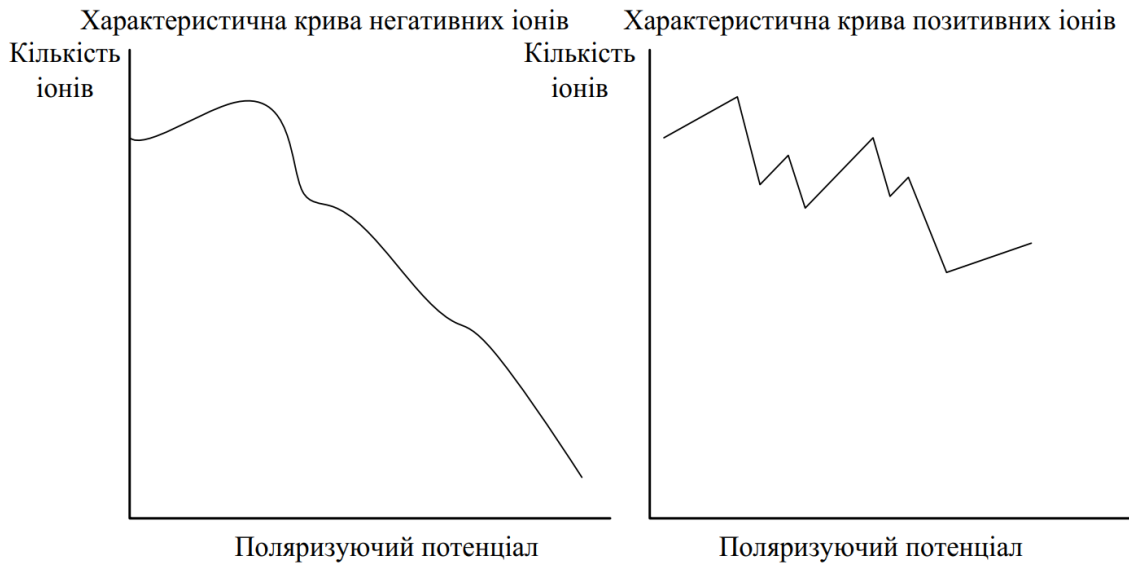


Рисунок 2.2 - Характеристичні криві іонів різних полярностей

Повітря, що містить іони, засмоктується через розтруб в іонізаційну камеру (іонізаційна камера може мати вигляд конденсатора) вентилятором. На зовнішню обкладку конденсатора подається напруга, полярність якої однакова із знаком вимірюваних іонів. На другу обкладку цього конденсатора приєднується другий полюс батареї. В результаті однозначні (із зовнішньою обкладкою) іони осядуть на вимірювальному електроді та створять падіння напруги на вимірювальному опорі. Протилежно заряджені іони осядуть на зовнішній обкладці та не будуть враховані лічильником.

Падіння напруги на вимірювальному опорі фіксується електронним вольтметром:

$$U = I \cdot R = R \cdot e \cdot n \cdot \Phi, \quad ()$$

де I – струм через вимірювальний опір,

R – вимірювальний опір, Ом,

e – елементарний заряд іона ($1,6 \cdot 10^{-19}$ кулон),

n – концентрація іонів - число іонів в кубічному сантиметрі,

Φ – об'єм повітря, що пройшло за секунду через прилад, $\text{см}^3/\text{с}$.

Отже, якщо проградувати вольтметр безпосередньо в концентраціях іонів n , то є змога за шкалою відраховувати концентрацію іонів у $\text{см}^3/\text{с}$. Фор-

мула, яка приведена вище, є вірною при вимірюванні іонів, рухливість яких більше або дорівнює граничній. Гранична рухливість іонів визначається за формулою:

$$K = \frac{\Phi}{4 \cdot \pi \cdot C \cdot U}, \left[\frac{\text{см}^2}{\text{В} \cdot \text{с}} \right] \quad ()$$

де C – ємність конденсатора, мФ,

U – напруга на зовнішній обкладці, В.

Всі іони з рухливістю більше K будуть уловлені й враховані. Встановлюючи на конденсаторі напругу U , можна уловлювати іони з вибраною межею рухомостей. Очевидно, що для урахування іонів іншого знаку необхідно додати ще два електроди. В такому випадку іонізаційну камеру можна розглядати, як аспіраційний конденсатор рис. 2.3 з чотирма електродами, відокремленими один від одного [7]. Через аспіраційний конденсатор (Ак), до обкладок якого прикладена деяка різниця потенціалів, проходить досліджуване повітря. Так як Ак – повітряний конденсатор, вздовж обкладок якого продувається досліджуване повітря, то його можна використовувати для дослідження зарядного складу.

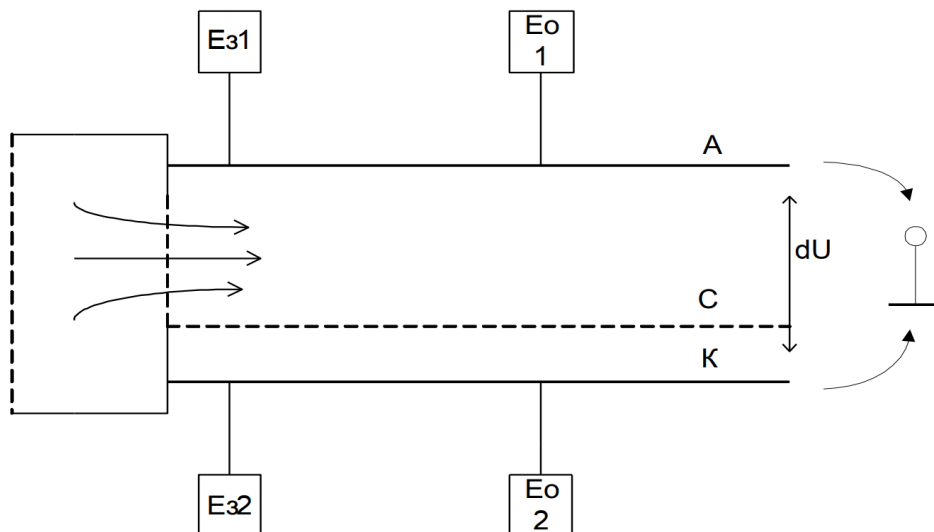


Рисунок 2.3 - Схема аспіраційного конденсатора

Рухливість іонів k - швидкість дрейфу іонів під дією електричної сили в полі напруженістю E , що дорівнює одиниці:

$$k = \frac{u}{E}, \quad ()$$

де u – швидкість руху іонів, см²/В*с.

Іони, що опинилися в потоці повітря, переміщуються разом з потоком і одночасно зміщуються в електричному полі, осідаючи на відповідній обкладці конденсатора, що веде до зміни різниці потенціалів між обкладками Ак. При цьому досліджується швидкість розрядки Ак, що відбувається через змінний опір на вході і за рахунок осадження іонів. У разі наявності заряджених частинок в повітрі розрядка відбувається декілька швидше, ніж при їх відсутності. Чим більше число заряджених частинок в досліджуваному потоці, тим більше крутою буде крива розрядки. Порівняння кривих розрядки дає можливість визначити струм іонів у вимірювальному конденсаторі, а потім і їх концентрацію.

Розглянутий принцип дослідження дає можливість одночасного вимірювання концентрацій іонів всього спектру рухомостей до деякої граничної. Гранична рухливість k' обчислюється за формулою:

$$k' = \frac{d^2 \cdot V_{\text{прос}}}{L \cdot U}, \quad ()$$

де $V_{\text{прос}}$ – швидкість проходження повітря через вимірювальний конденсатор, до обкладинок ширини d і довжини L якого прикладена напруга U . Всі іони повітряного потоку, рухливість яких більше або рівна k' , уловлюються конденсатором і створюють в ньому струм насичення. Іони менших рухомостей уловлюються лише частково. Таким чином, у міру розрядки конденсатора напруга між його обкладинками зменшується, і уловлюються іони великих рухомостей. Обчислення концентрацій іонів здійснюється за формулою:

$$n = \frac{C_c \Delta V}{q \omega t}, \quad ()$$

де C_c – загальна місткість конденсатора, вольтметра і провідників,

ΔV – зміна потенціалу між обкладинками конденсатора за час t ,

q – заряд іона,

ω – об'ємна швидкість продування повітря.

На основі наведених вище аргументів, можна скласти структурну схему приладу контролю ступеня іонізації та поставити конкретні вимоги до блоків. Структурна схема приладу наведено на рис.2.4:

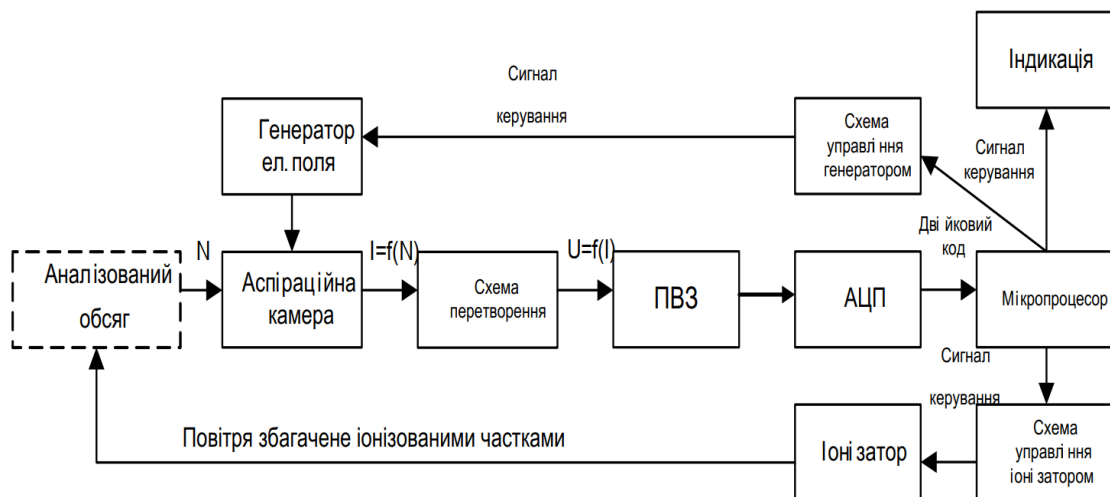


Рисунок 2.4 - Структурна схема приладу контролю ступеня іонізації в приміщенні

Аспіраційна камера являє собою блок, що складається з аспіраційної іонної камери, яка розташована першою у напрямку руху повітря і є датчиком приладу і вентилятора. Вентилятор призначається для втягування досліджуваного повітря в простір камери.

Прилад буде напряму пов'язаний з іонізатором, що полегшує задачу контролювання іонізаційного стану повітря. Генератор електромагнітного поля подає заряди на електроди, в наслідок чого іонізовані частки осідають

на збираючих електродах. Вихідним сигналом аспіраційної камери є струм, який залежить від кількості іонізованих часток. Вихідний струм аспіраційної камери має бути у діапазоні від 0 до 100 мА.

$$I = f(N). \quad ()$$

Схема перетворення призначена для перетворення змінного струму в уніфікований сигнал постійного струму в діапазоні від 0 до 100 мА, а також для перетворювання сигналу струму в сигнал напруги, для нормальної роботи аналого-цифрового перетворювача, який працює з сигналами напруги. Зі схеми перетворення виходить сигнал в діапазоні (0...5) В:

$$U = f(I). \quad ()$$

Пристрій вибірки зберігання (ПВЗ) застосовується, щоб виключити похибку вимірювання при швидкозмінному сигналі. Аналого-цифровий перетворювач (АЦП), призначений для перетворення аналогового уніфікованого сигналу в цифровий код. Розрядність АЦП дорівнює 12. Одержана інформація обробляється, фіксується, передається і зберігається за допомогою мікропроцесорного блоку.

Результати вимірювань після обробки виводяться на індикацію. Можливе з'єднання з персональним комп'ютером через USB порт, та з'єднання з іонізатором.

Висновки за розділом 2

В розділі розглянуті способи і види іонізації повітря, проведена класифікація систем аероіонізації повітря. Особлива увага приділена приладу для контролю ступеня іонізації в приміщенні та основним вимогам, які він має задовольняти.

Обґрунтовано, що температурний режим пташника повинен забезпечуватися теплогенератором, що підігріває припливне повітря, вологісний та хімічний склад повітря - системою припливної та витяжної вентиляції.

На підставі аналізу літературних джерел обґрунтована структура електротехнологічної системи підтримки параметрів мікроклімату пташника, яка вміщує припливну та витяжну систему вентиляції з підігрівом повітря та його іонізацією в припливному повітроводі.

В рамках опрацювання даної теми необхідно розробити джерело живлення для іонізаційної установки, а також розробити схему керування обладнанням, що забезпечує параметри мікроклімату: теплогенератором з припливною вентиляцією та іонізаційною установкою.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАШНИКУ ІЗ ЗАСОБАМИ АЕРОІОНІЗАЦІЇ

3.1. Теоретичні основи аероіонізації повітря електричним розрядом

Поблизу провідника з великою кривизною поверхні (наприклад, вістря) спостерігається високовольтний електричний розряд. Напруженість поля при цьому досить висока, а поле поблизу провідника - неоднорідне. Коли напруженість поля поблизу вістря сягає 30 кВ/см, то навколо нього виникає свічення у вигляді корони, що й дало назву розрядові - коронний.

Корона може бути позитивною та негативною. Це залежить від знака електрода, на якому виникає розряд (коронуючого електрода). Знак корони визначає спосіб утворення електронів, що викликають іонізацію молекул газу. Так, у випадку негативної корони електрони вибиваються з катода під дією позитивних іонів. Якщо корона позитивна, то газ іонізується аніонами, а сама іонізація відбувається поблизу анода.

Напруженість поля при коронному розряді досить висока, тому іонізація відбувається при атмосферних тисках. З віддаленням від поверхні провідника напруженість швидко зменшується. Тому іонізація і пов'язане з нею свічення газу спостерігається на обмеженій ділянці простору.

При виникненні негативної корони, позитивно заряджені іони, що утворюються внаслідок виникнення електронних лавин, прискорюються в сильному електричному полі поблизу катода й при зіткненні вибивають із нього електрони за механізмом вторинної електронної емісії. Вибиті електрони створюють нові лавини. Утворення лавин обривається на певному віддаленні від електрода, оскільки електричне поле там слабше, і електрони не встигають набрати між зіткненнями енергії, достатньої для іонізації нейтральних молекул газу.

За межами області світіння електрони можуть приєднатися до нейтральних молекул газу, утворюючи негативно заряджені іони, які переносять струм до іншого електрода.

Коронний розряд супроводжується утворенням озону, оксидів азоту, електромагнітним випромінюванням в діапазоні від радіохвиль до ультрафіолетових променів.

Розглянемо розрахунок основних параметрів уніполярного коронного розряду для коронуючих електродів із дроту.

Початкову напруженість коронного розряду визначають за емпіричною формулою Піка [7]:

$$E_0 = 30,3 \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{0,0298}{\sqrt{\rho \cdot r_0}} \right) \cdot 10^5, \quad (3.1)$$

де E_0 – критична напруженість коронного розряду, В/м;

ρ – відносна щільність газу, кг/м³ (по відношенню до щільності повітря, при нормальних умовах $\rho_0 = 1,29$ кг/м³);

r_0 – радіус коронуючого електрода, м.

Початкова напруга коронного розряду для електродів типу дріт-площина [1]:

$$U_0 = E_0 \cdot r_0 \cdot \ln \frac{2 \cdot h}{r_0}, \quad (3.2)$$

де h – відстань від коронуючого електрода до площини, м.

Формула вольт-амперної характеристики при $U \geq U_0$ має вигляд [1]:

$$i = \varepsilon_0 \cdot k \cdot \frac{2,35\pi \cdot \sqrt{3}}{h^2} \sqrt{\frac{U_0}{\ln\left(\frac{2h}{r_0}\right)}} (U - U_0)^{1,5}, \quad (3.3)$$

де i - лінійна щільність струму, А/м;

ε_0 - діелектрична проникність вакууму, Ф/м;

k - рухомість іонів, м²/(В·с).

Необхідне значення питомої (на одиницю об'єму приміщення) сили струму коронного розряду можна знайти наближено за формулою Н. М. Багірова:

$$i_v = 0,44 \cdot 10^{-18} n_l^2, \quad (3.4)$$

де i_v - питомий струм, А/м³;

n_l - середнє значення легких негативних іонів, шт/см³.

Загальний струм всіх коронуючих електродів в приміщенні:

$$i_z = i_v \cdot V_n, \quad (3.5)$$

де V_n - внутрішній об'єм приміщення, м³.

Питома (на одиницю довжини) сила струму корони розраховується за формулою:

$$i = \frac{i_z}{l}, \quad (3.6)$$

де l - загальна довжина коронуючих електродів іонізаторів, м.

Напруга коронуючих електродів визначається вирішенням рівняння (3.3).

3.2. Вибір системи аероіонізації повітря пташника

Пташник є типовим з клітинним п'ятиярусним утриманням птахів. Розміри пташника 108 x 24 м, дах – двосхилий, висота пташника 6 м по центральній осі і 5 м біля стін. Стіни приміщення цегляні, обштукатурені зсередини, перекриття - залізобетонні плити. У пташник поступає підігріте припливне повітря з повітропроводу. Витяжних вентиляторів 14 штук по довжині пташника з двох боків, рис. 3.1.

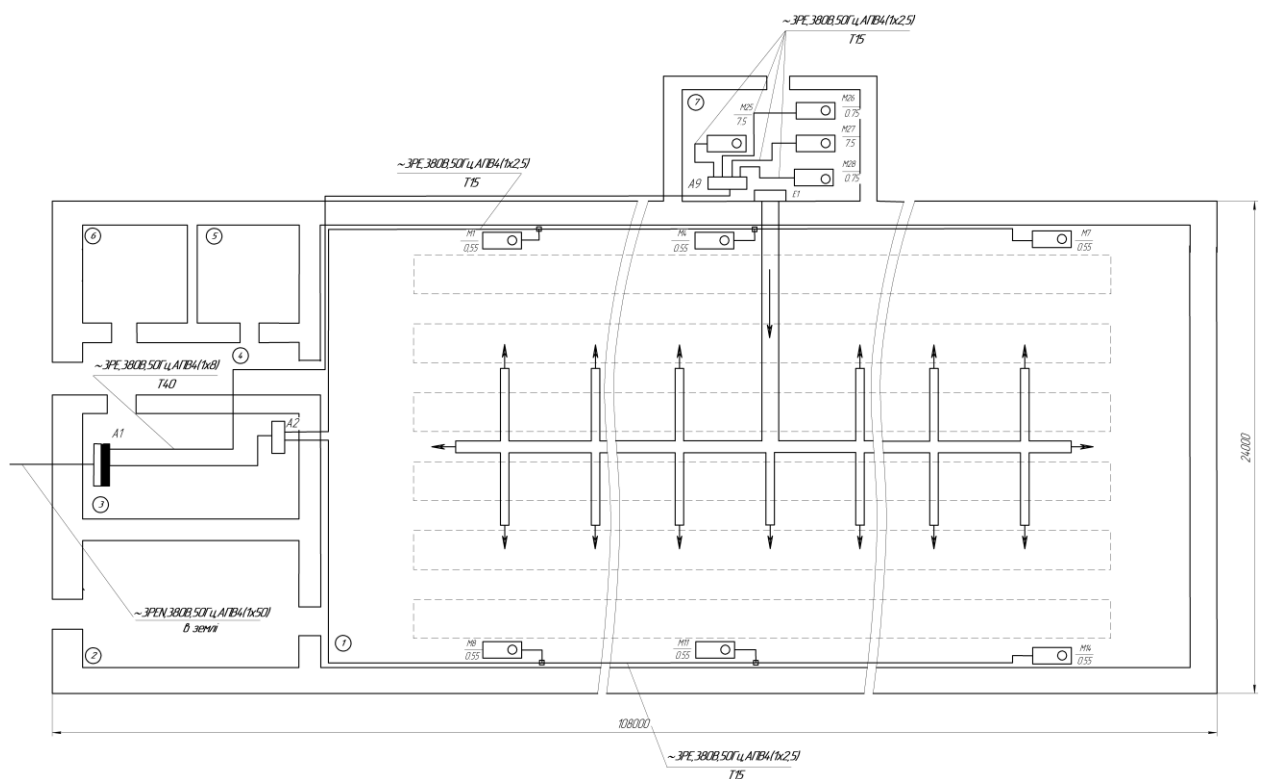


Рисунок 3.1 – План пташника з розміщенням опалювально - вентиляційного обладнання

Розмір перетину поперечного повітропроводу припливної вентиляції 0,45 x 1,1 м, швидкість повітря 4,8 м/с. Подовжній повітровід в місці приєднання до поперечного має перетин 0,45x0,45 метра і у міру віддалення зменшується до перетину 0,2x0,2 м. Кожен подовжній повітропровід вентиляції має п'ять ви-

хідних патрубків, направлених всередину пташника у вигляді квадратних отворів в стінці повітровою розмірами 0,3х0,2 м.

Відповідно до класифікації систем іонізації (рис. 2.1) та враховуючи існуюче технологічне обладнання пташника вибираємо систему іонізації, що пов'язана з припливною вентиляцією.

3.3. Обґрунтування і розрахунок аероіонізаційної установки

Аероіонізаційна установка вміщує високовольтне джерело постійної напруги та систему електродів провід - площа. У якості коронуючого електроду використано ніхромовий провід радіусом 0,2 мм.

Початкову напруженість поля коронного розряду визначаємо за формулою (3.1):

$$E_0 = 30,3 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{0,0298}{\sqrt{1 \cdot 0,0002}} \right) \cdot 10^5 = 9,5 \cdot 10^6 \text{ В/м.}$$

Початкову напругу коронного розряду для електродів типу дріт-площина визначаємо за формулою (3.2):

$$U_0 = 9,5 \cdot 10^6 \cdot 0,0002 \cdot \ln \frac{2 \cdot 0,1}{0,0002} = 13,4 \cdot 10^3 \text{ В.}$$

Відповідно до формули (3.3) лінійний струм:

$$i = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{2,35 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{3}}{0,1^2} \sqrt{\frac{13,4 \cdot 10^3}{\ln \left(\frac{2 \cdot 0,1}{0,0002} \right)}} \left(40 \cdot 10^3 - 13,4 \cdot 10^3 \right)^{1,5} = 2,77 \cdot 10^{-4} \text{ А/м.}$$

Необхідне значення питомої (на одиницю об'єму приміщення) сили струму коронного розряду знаходимо за формулою (3.4):

$$i_v = 0,44 \cdot 10^{-18} \cdot 1000000^2 = 4,4 \cdot 10^{-9} \text{ А/м}^3.$$

Загальний струм всіх коронуючих електродів в приміщенні згідно з формулою (3.5):

$$i_3 = 4,4 \cdot 10^{-9} \cdot 11520 = 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ А.}$$

Довжина коронуючих електродів відповідно до формули (3.6):

$$l = \frac{5,1 \cdot 10^{-5}}{2,77 \cdot 10^{-4}} = 0,184 \text{ м.}$$

Обираємо електроди довжиною 20 см.

3.4. Розробка ефективної системи іонізації повітря в пташнику

Подача повітря в пташнику здійснюється за системою припливних повітроводів, які розподіляють повітря по приміщенню, а видаляється повітря осьовими витяжними вентиляторами. Окрім припливної та витяжної вентиляції пташник має отвори в будівельних конструкціях для додаткового повітрообміну. Це дахові вентиляційні шахти з шиберами, вентиляційні отвори в стінах, отвори транспортерів тощо. Для зимового періоду «мінімального режиму вентиляції» характерні умови збереження тепла (розрахунок витяжки лише по видаленню вологи і вуглекислого газу), для літнього періоду «максимального режиму вентиляції» основними параметрами розрахунку є видалення надлишків тепла, що виділяється птицею. Обидва ці режиму регулюються як оборотами і кількістю працюючих витяжних вентиляторів, так і відкриттям і закриттям віконних отворів.

Не зважаючи на працюючу витяжну та припливну вентиляцію, в приміщенні пташника присутні зони із зниженим і підвищеним повітрообміном. Причинами наявності таких зон є як недосконалість конструкції, так і відсутність контролю за збереженням і цілісністю системи витяжної та припливної вентиляції.

Розрахунки повітрообміну пташників, як правило, проводяться з урахуванням багатьох параметрів: температури, вологості, виділення вуглекислого газу, проте не враховується аероіонна складова повітрообміну. Тому при

загальному браку негативних аероіонів в пташнику, стан в зонах, що не продуваються, особливо несприятливий. Наявність аероіонів в таких зонах завдяки їх дії на запиленість і вологість, могло б значно покращити параметри мікроклімату. Зокрема, такий показник мікроклімату як запиленість повітря пташника значно залежить від обсягу вентиляції як всього приміщення пташника, так і окремих його зон. Встановлено, що основну частину пилу складають дрібні частинки сухого посліду, корму, уламки пір'я і частинки епітелію. Недостатня вентиляція збільшує накопичення в приміщенні пилу і патогенних мікроорганізмів.

Вплив мікроклімату на основні параметри життєдіяльності птахів залежить не лише від справності елементів системи припливно-витяжної вентиляції, а і від оснащення її новими технологічними пристроями, наприклад, установкою дахових вентиляторів. В крупних пташниках з клітинними батареями важко забезпечити оптимальні параметри мікроклімату в різний час року. Критерієм роботи витяжної вентиляції є температура усередині пташника, а не інші параметри мікроклімату. При явній загазованості, вмикається режим «провітрювання», тобто витяжній вентиляції дають можливість «очистити» приміщення від загазованості і випаровувань, і потім знову набирають необхідну температуру.

Ремонт повітроводів припливної вентиляції не дасть позитивного результату через знищення негативних іонів вентилятором, до того ж подібні заходи дорогі.

Цю проблему можна вирішити за допомогою електростатичного поля, яке діє на негативний іон усередині пташника так, щоб він при русі до збираючого анода «уникав» зіткнень із заземленими металевими прутками клітки і відштовхувався від повітроводів припливної вентиляції, підлоги, стін, стелі і т.д. Розташування збираючих анодів пропонується між клітками кожного ярусу клітинної батареї.

Збираючий анод - це ізольований провідник, що дозволяє витримувати робочу напругу установки, агресивні дії різних середовищ пташника, а також можливі механічні пошкодження. Вирішення проблеми надходження іонів в клітку посиленням продування повітря через її прутки неефективно. Реконструкція традиційної системи вентиляції з додаванням додаткових повітроводів вимагає великих витрат. А посилення повітрообміну за допомогою вентиляторів підвищеної продуктивності спричинить витрати на додатковий обігрів і до того ж буде можливим перевищення швидкості руху повітря, що може привести до виникнення простудних захворювань і збільшення запиленості приміщення. При існуючих системах вентиляції з низьким повітрообміном птиця може отримати негативні аероіони, що знаходяться в повітрі пташника в мить, коли вона просуне голову через прутки клітки, наприклад, для прийому корму. Це відбувається внаслідок рекомбінації негативних аероіонів на заземлених електропровідних поверхнях, у тому числі і прутках кліток.

Враховуючи відзначене, пропонуються наступні рекомендації по пристрою і компоновці системи іонізації повітря:

- для зменшення витрат на монтаж і експлуатацію, підвищення безпеки і експлуатаційної надійності система іонізації приміщення повинна бути централізованою і суміщеною з припливною вентиляцією;

- генератор негативних аероіонів має знаходитися в припливному повітроводі у зручному для обслуговування місці після вентилятора, фільтрів, систем обігріву;

- для поліпшення транспортування іонів по повітроводах, розподіли іонних потоків приміщення і збільшення попадання аероіонів всередину кліток, необхідне застосування додаткового джерела напруги і ізольованих електродів, живлячі провідники яких повинні бути екрановані.

Пристрої, що входять в запропоновану систему показано на рис. 3.2. Ця схема дозволяє підвищити ефективність аероіонізації за рахунок:

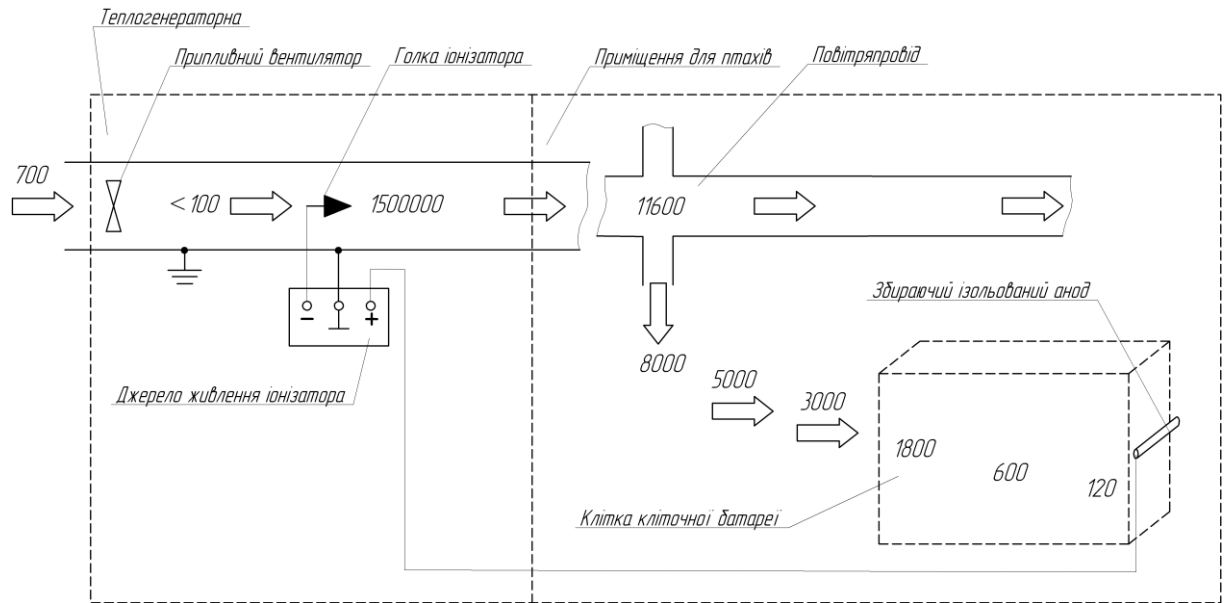


Рисунок 3.2 - Система іонізації повітря пташника

- 1) з'єднання аноду генератора аероіонів із заземленим металевим повітроводом;
- 2) використання додаткового джерела високої напруги, підключеної катодом до корпусу металевого повітроводу, що дозволяє отримати значний додатковий ефект, особливо якщо повітровід має складну конструкцію, з численними поворотами і змінами перетину;
- 3) використання діелектричного покриття всередині металевого повітроводу в місцях, де повітряний потік робить поворот і «б'ється» в корпус повітроводу.

Проведемо обґрунтування місця розташування збираючого аноду.

В пташнику встановлено багатоярусні спарені клітинні батареї. Розмір кожної клітки 500x600x400 мм. Між спареними клітками знаходяться кормушки. Простір між спареними клітками дозволяє розташувати в ньому збираючий анод системи іонізації. Місце розташування аноду буде впливати на напруженість поля близько поверхні клітки і на ефективність проникнення негативних аероіонів всередину клітки.

Для знаходження величини електричного поля проведено математичне моделювання. Для розрахунку систем, що мають складну геометричну конфігурацію та нерегулярну фізичну структуру, застосовують наближені чисельні методи. Одним з таких методів є метод кінцевих елементів. Спеціалізований програмний комплекс ELCUT є інтегрованою діалоговою системою програм, що дозволяє вирішувати плоскі задачі електростатики [22].

Задача формулюється у вигляді рівняння Пуассона щодо електричного потенціалу. При постановці задачі використовувались наступні умови. Середовище є ізотропним з постійною діелектричною проникністю. Джерелами поля є електроди із заданим потенціалом (збираючий анод та катод-клітка). Граничними умовами служать задані значення потенціалу (умова Діріхле) та умова постійності потенціалу на поверхнях ізольованих провідників.

На рис. 3.3 показана геометрія розташування електродів, у разі коли збираючий анод розташований знизу клітки.

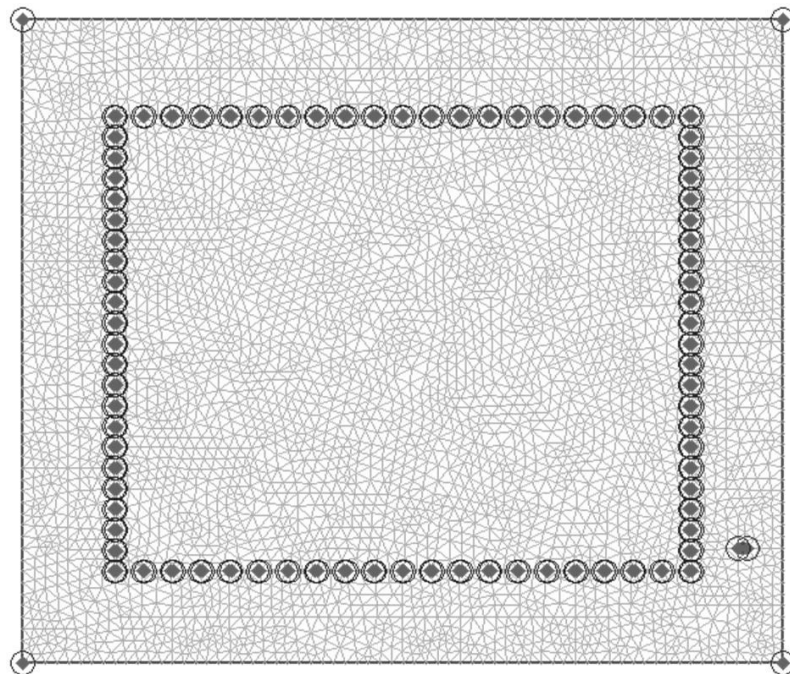


Рисунок 3.3 - Розподіл області на кінцеві елементи та вузли сітки при розташуванні збираючого аноду знизу клітки

Результатами розрахунку в залежності від мети можуть бути потенціал, напруженість поля, електричний зсув, заряд, власні і взаємні часткові ємності, енергія електростатичного поля.

На рис. 3.4 приведено розподіл абсолютного значення та горизонтальної складової напруженості електричного поля вздовж клітки при розташуванні збираючого електроду знизу клітки.

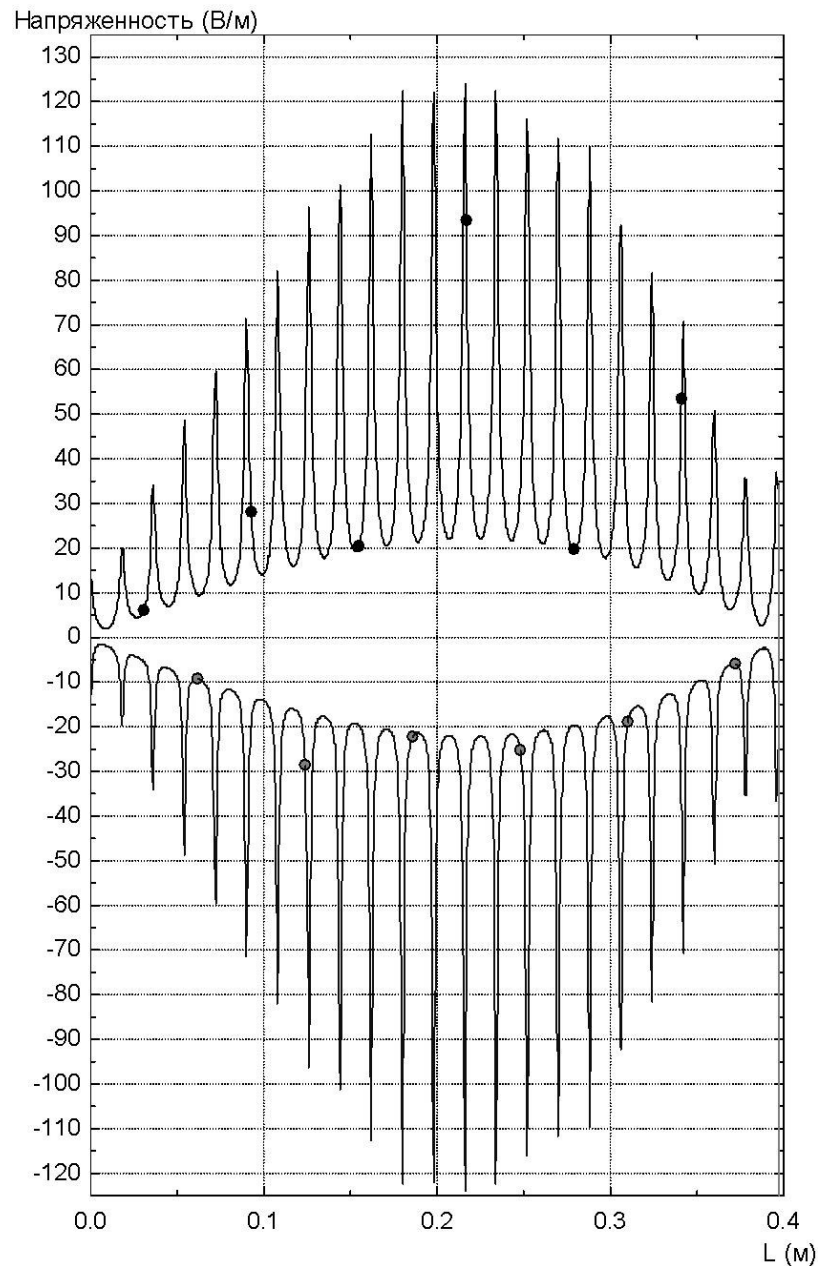


Рисунок 3.4 - Розподіл абсолютного значення та горизонтальної складової напруженості електричного поля вздовж клітки при розташуванні збираючого електроду знизу клітки

Напряга між збираючим анодом та кліткою при моделюванні складала величину 10 кВ.

На рисунку 3.5 показана геометрія розташування електродів, у разі, коли збираючий анод розташований рівно віддалено від низу та верху клітки.

На рис. 3.6 приведений розподіл абсолютного значення та горизонтальної складової напруженості електричного поля вздовж клітки при розташуванні збираючого аноду рівно віддалено від низу та верху клітки.

Співставлення графіків рис. 3.4 та рис. 3.6 показують, що електричне поле визначається X - складовою (горизонтальною). При розташуванні збираючого аноду рівно віддалено від низу та верху клітки електричне поле в два рази більша, ніж при розташуванні аноду знизу клітки.

Зважаючи на отримані результати моделювання можна зробити висновок, що збираючий анод слід розташовувати рівно віддалено від низу та верху клітки

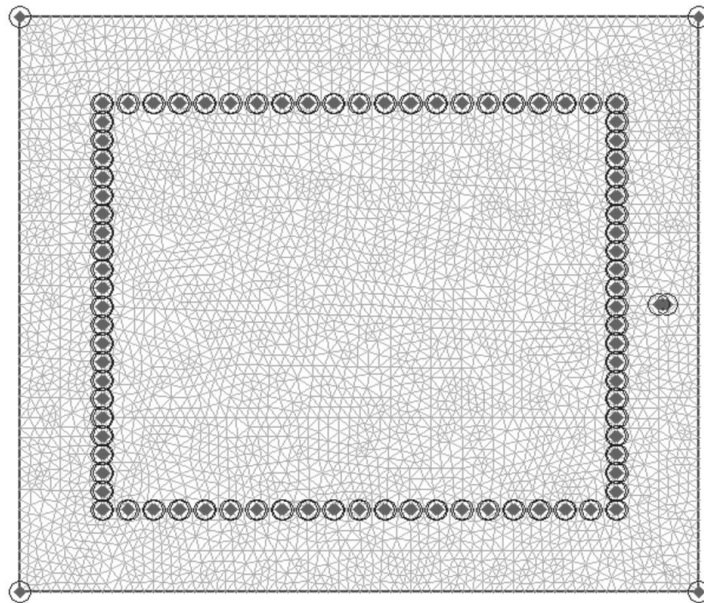


Рисунок 3.5 - Розподіл області на кінцеві елементи та вузли сітки при розташуванні збираючого аноду рівно віддалено від низу та верху клітки

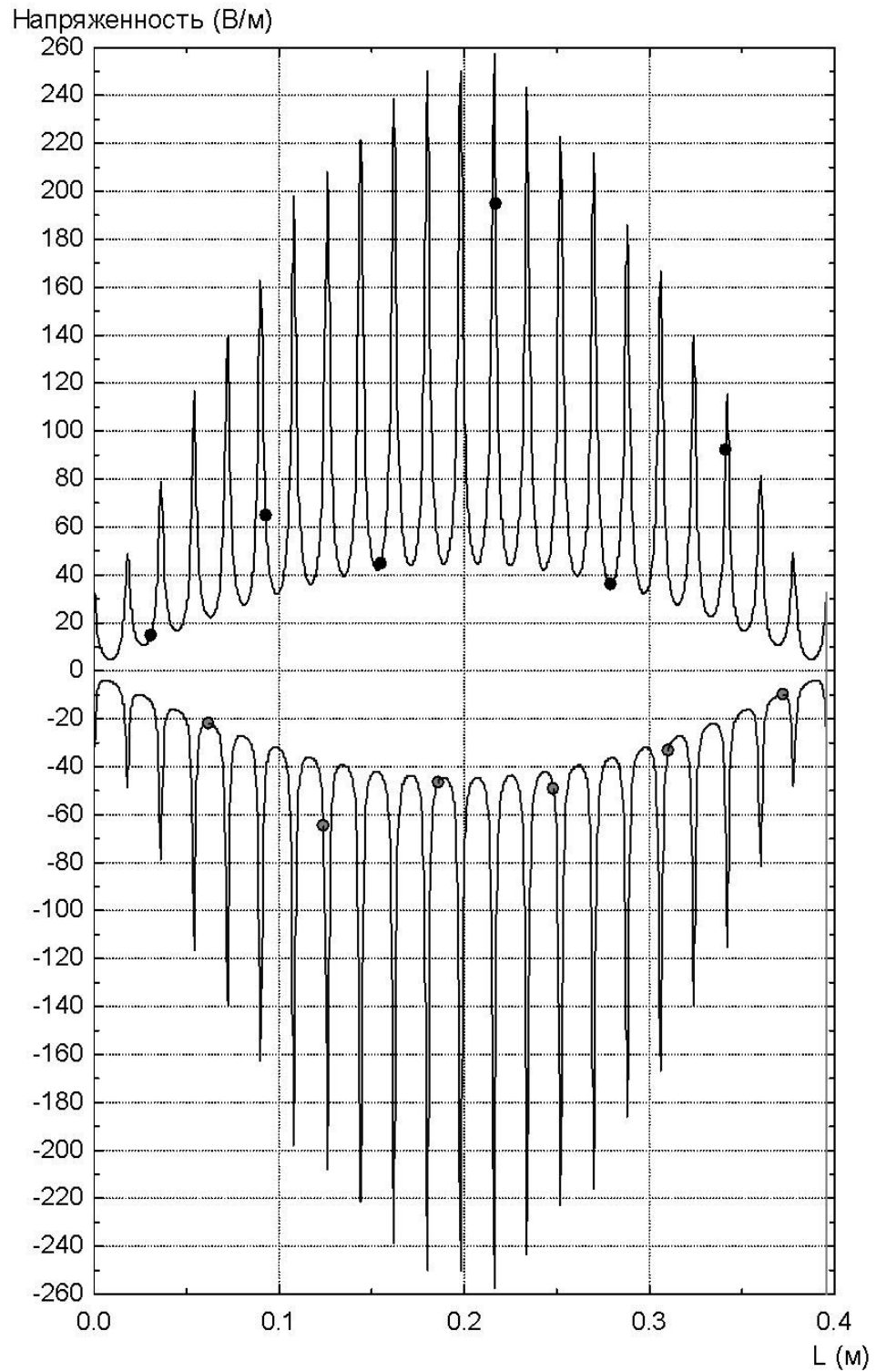


Рисунок 3.6 - Розподіл абсолютного значення та горизонтальної складової напруженості електричного поля вздовж клітки при розташуванні збираючого аноду рівно віддалено від низу та верху клітки

3.5. Розрахунок високовольтного джерела живлення для системи аероіонізації

Напруга на вторинній обмотці трансформатора:

$$U_2 = \frac{U}{K_{mn} \cdot \sqrt{2}}, \quad (3.7)$$

де K_{mn} – коефіцієнт множення ($K_{mn} = 7$). Тоді:

$$U_2 = \frac{40000}{7 \cdot \sqrt{2}} = 4052 \text{ В.}$$

Робоча напруга конденсатора C_1 :

$$U_{C1} = U_2 \cdot \sqrt{2} \quad (3.8)$$

$$U_{C1} = 4052 \cdot \sqrt{2} = 5673 \text{ В.}$$

Ємність конденсаторів $C_2 \dots C_8$: приймаємо $C_2 \dots C_8 = C$.

Ємність конденсатора C :

$$C = \frac{1,6 \cdot 10^{11} \cdot i_3 \cdot K_{mn}}{U \cdot f}. \quad (3.9)$$

$$C = \frac{1,6 \cdot 10^{11} \cdot 5,1 \cdot 10^{-5} \cdot 7}{40000 \cdot 50} = 29 \text{ пФ.}$$

Ємність конденсатора C_1 :

$$C_1 = 2 \cdot C. \quad (3.10)$$

$$C_1 = 2 \cdot 29 = 58 \text{ пФ.}$$

Робоча напруга конденсатора:

$$U_{c.pab} \geq 2U_2 \sqrt{2} \cdot K_3. \quad (3.11)$$

$$U_{C.пab} \geq 2 \cdot 4052 \cdot 1,41 \cdot 1,3 = 14854 \text{ В.}$$

Коефіцієнт трансформації трансформатора:

$$n = \frac{U_1}{U_2}. \quad (3.12)$$

$$n = \frac{220}{4052} = 0,055.$$

Первинна потужність трансформатора:

$$S_1 = \frac{U \cdot i_3}{\eta}, \quad (3.13)$$

де η – к.к.д. трансформатора. Тоді:

$$S_1 = \frac{40000 \cdot 5,1 \cdot 10^{-5}}{0,9} = 23 \text{ ВА.}$$

Перетин стрижня трансформатора:

$$F_1 = \sqrt{S_1}. \quad (3.14)$$

$$F_1 = \sqrt{23} = 4,8 \text{ см}^2.$$

Товщина пакету пластин:

$$b = \frac{F_1}{a} \quad (3.15)$$

де a – ширина пластин, см ($a = 3$ см).

$$b = \frac{4,8}{3} = 1,6 \text{ см.}$$

Висота стрижня:

$$H_c = (2,5 \dots 3,5)a. \quad (3.16)$$

$$H_c = 3 \cdot 3 = 9 \text{ см.}$$

Ширина вікна магнітопроводу:

$$c = \frac{H_c}{K}, \quad (3.17)$$

де K – коефіцієнт, що враховує найбільш вигідні розміри вікна сердечника ($K = 2,5 \dots 3$).

$$c = \frac{9}{3} = 3 \text{ см.}$$

Електричний струм в первинній обмотці:

$$I_1 = \frac{S_1}{U_1}, \quad (3.18)$$

$$I_1 = \frac{23}{220} = 0,105 \text{ А.}$$

Перетин проводу первинної обмотки:

$$g_1 = \frac{I_1}{j}, \quad (3.19)$$

де j – щільність струму в обмотці, $\text{А}/\text{мм}^2$. Для силових трансформаторів внутрішньої установки щільність струму не повинна перевищувати $2 \text{ А}/\text{мм}^2$.

$$g_1 = \frac{0,105}{2} = 0,053 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо $g_1 = 0,0552 \text{ мм}^2$.

Кількість витків первинної обмотки:

$$W_1 = \frac{U_1 \cdot 10^4}{222 B_c \cdot F_1}, \quad (3.20)$$

де B_c – величина магнітної індукції в магнітопроводі, Тл.

$$W_1 = \frac{220 \cdot 10^4}{222 \cdot 1,9 \cdot 4,8} = 1087 \text{ витків.}$$

Перетин проводів вторинної обмотки:

$$g_2 = \frac{i_3}{j}; \quad (3.21)$$

$$g_2 = \frac{5,1 \cdot 10^{-5}}{2} = 0,000026 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо $g_2 = 0,0003 \text{ мм}^2$.

Кількість витків вторинної обмотки:

$$W_2 = W_1 \frac{U_2}{U_1} \quad (3.22)$$

$$W_2 = 1087 \frac{4052}{220} = 20020 \text{ витків.}$$

3.6. Оцінка енергоефективності аеріонної обробки повітря

Оцінка енергоефективності процесу аеріонної обробки полягає у визначенні співвідношення між енергією, яка затрачена на сам процес та тією, що поглинається об'єктом обробки. Для визначення останньої можна застосувати еквівалентну схему електродної системи технологічного вузла для аеріонної обробки об'єкту в полі коронного розряду [8], представлену на рис. 3.7.

Об'єкт обробки не має безпосереднього контакту з електродами, тому послідовно з його опором R_2 з'єднаний опір повітря R_3 . Він відповідає повітряним проміжкам між електродами та об'єктом обробки. По обидва боки об'єкта, послідовно з ним, є по одному такому опорі, але для спрощення по-

дальших викладок їх доцільно об'єднати в один. Аналогічно паралельно опору R_2 є опір повітря R_4 .

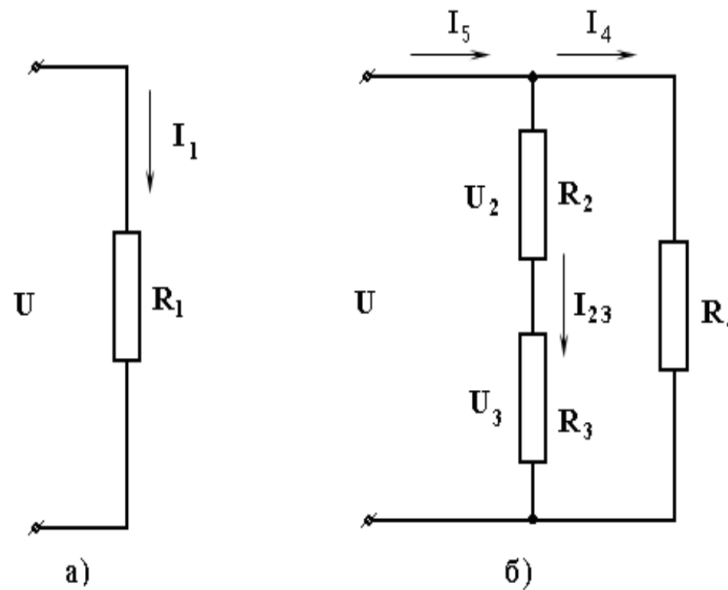


Рисунок 3.7 - Еквівалентна схема електрокоронного іонізатора: а) без об'єкта обробки; б) з об'єктом обробки

За відсутності в проміжку між електродами об'єкта, що обробляється, опір цього проміжку R_1 . Потужність, яка споживається іонізатором, визначається струмом, що проходить по ньому I_5 та прикладеною до нього напругою U . Потужність, яка поглинається об'єктом обробки R_2 , визначається струмом, що проходить по ньому I_{23} та прикладеною до нього напругою U_2 . Напруга U , прикладена між заземленим електродом та тим що коронує, зумовить відповідні струми (див. рис. 3.7).

Напруга U , а також струми I_1 та I_5 можуть бути виміряні безпосередньо. Опір об'єкта значно менший, ніж опір повітря, тому знехтувавши ним, а також спадом напруги на об'єкті обробки, визначимо струм I_{23} , що протікає через об'єкт обробки послідовно з повітрям, з використанням рівняння вольт-амперної характеристики коронного розряду. У результаті отримано [8]:

$$I_{23} = G_3 U_3 - U_{03}^2 + I_{023}, \quad (3.23)$$

де G_3 – крутизна вольт-амперної характеристики, $A \cdot V^{-2}$;

U_3 – робоча напруга, В;

U_{03} – початкова напруга коронного розряду, В;

I_{023} – початковий струм коронного розряду, А.

Звідки:

$$U_3 = \sqrt{\frac{I_{23} - I_{023}}{G_3}} + U_{03}. \quad (3.24)$$

Потужність, що споживається об'єктом обробки:

$$P_2 = I_{23} U_2. \quad (3.25)$$

Підставивши в (3.25) (3.23) та (3.24), з урахуванням того, що

$$U_2 = U - U_3, \quad (3.26)$$

маємо:

$$P_2 = I_{23} \left(U - \sqrt{\frac{I_{23} - I_{023}}{G_3}} + U_{03} \right). \quad (3.27)$$

Потужність, яка споживається іонізатором, визначається струмом, що проходить по ньому та прикладеною до нього напругою. Без об'єкта обробки:

$$P_1 = I_1 U. \quad (3.28)$$

З об'єктом обробки:

$$P_5 = I_5 U. \quad (3.29)$$

Різниця між (3.28) та (3.27) буде вищою за (3.25), що й зображено на рис. 3.8.

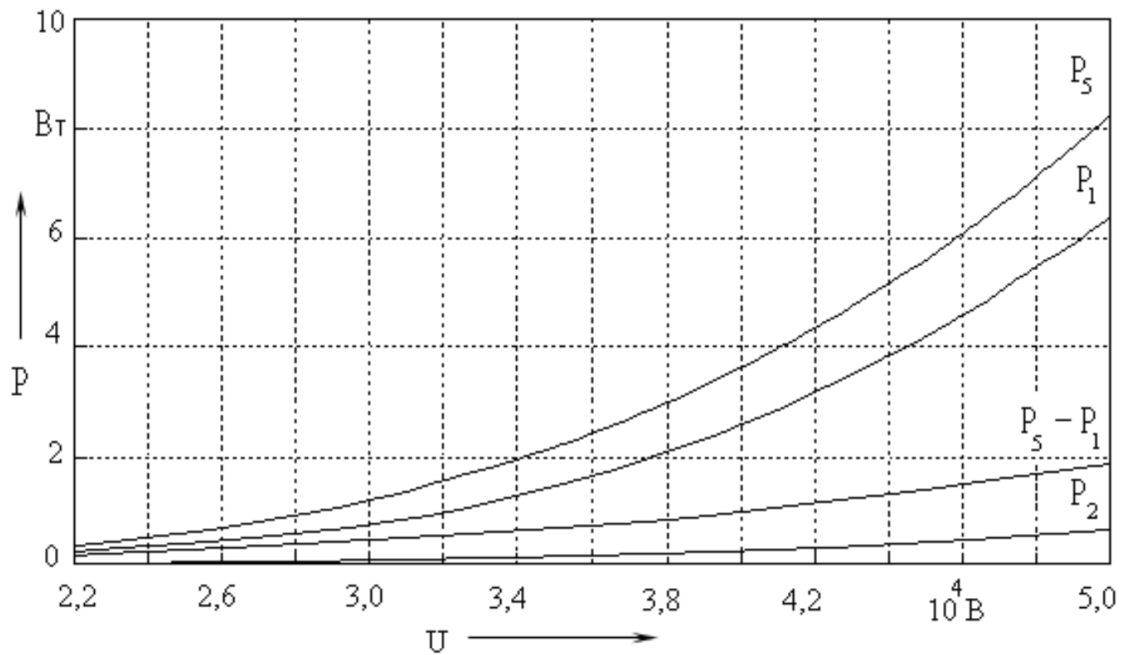


Рисунок 3.8 - Залежність потужності іоноутворення від наявності у проміжку між електродами об'єкта обробки

Співвідношення $P_2/P_5 - P_1$ є аналогом коефіцієнта корисної дії іонізатора. Залежність цього співвідношення від напруги, що прикладена до електродів, наведено на рис. 3.9.

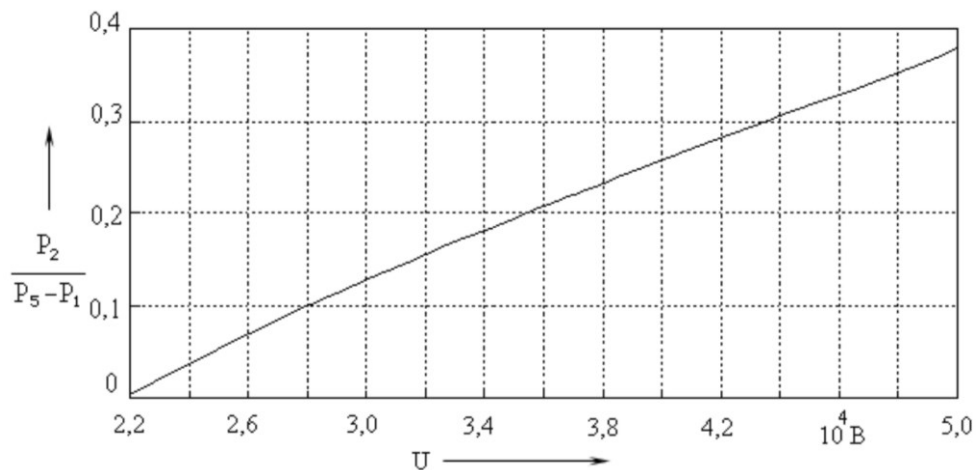


Рисунок 3.9 - Залежність співвідношення $P_2/P_5 - P_1$ від напруги, що прикладена до електродів

Між напругою та концентрацією аероіонів існує прямо пропорційна залежність [8]. Тому для досягнення максимальної енергоефективності елект-

рокоронного іонізатора слід дотримуватися його роботи за максимальної робочої напруги.

Висновки за розділом 3

За результатами моделювання електричного поля системи електродів збираючий анод-клітка встановлено, що для забезпечення ефективної концентрації негативних аероіонів в клітках збираючий анод слід розташовувати між клітками кожного ряду батарей рівно віддалено від низу та верху клітки кожного ярусу, що забезпечує максимальну напруженість електричного поля на поверхні клітки.

Приведено показник, який характеризує ступінь поглинання енергії об'єктом під час його обробки в полі коронного розряду та його залежність від робочої напруги іонізатора.

Здійснено вибір системи аероіонізації повітря пташника, обґрунтування і розрахунок аероіонізаційної установки. Значна увага приділена оцінці енергоефективності аероінної обробки повітря. Показано, що для досягнення максимальної енергоефективності електрокоронного іонізатора слід дотримуватися його роботи за максимальної робочої напруги.

РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАШНИКУ

4.1. Технологічні вимоги до системи автоматизованого керування параметрів мікроклімату

Автоматизація спрямована на підтримку наступних основних параметрів мікроклімату: вміст вуглекислого газу; температура повітря; вміст аерофонів.

Нормативні параметри повітря повинні бути забезпечені в зоні розміщення курей-несучок на всю висоту клітинних батарей. Система вентиляції пташника повинна забезпечувати концентрацію шкідливих домішок в повітрі пташника нижче допустимих зоогігієнічних норм, представлених в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Гранично допустимі концентрації шкідливих домішок

Найменування	Гранично допустимі концентрації	
	%	л/м ³
вуглекислий газ	0,18 – 0,2	1,8 – 2,0
аміак	–	0,013
сірководень	–	0,0032

Вологість повітря в пташнику знаходиться в безпосередньому зв'язку із температурою і вона, як правило, вище за вологість зовнішнього повітря. Волога поступає в приміщення з повітрям, що видихається птицею, а також від випаровування з підлоги, напувалок, посліду.

Таким чином, для нормального хімічного та іонного складу повітря, вологісного і температурного режиму в пташнику необхідний інтенсивний повітрообмін, для забезпечення якого використовується вентиляційне обла-

днання. Крім цього, в зимовий період припливне повітря повинне підігріватись для підтримки температурного режиму пташника (від 16 до 18 °С). Малу кількість легких негативних іонів в припливному повітрі повинен компенсувати генератор аероіонів. Середня кількість аероіонів в повітрі повинна скласти близько 1000 шт/см³.

Таким чином, система автоматичного керування мікрокліматом пташника повинна відповідати наступним вимогам:

- 1) підтримувати оптимальний температурно - вологісний режим відповідно до встановлених зоогігієнічних норм;
- 2) видаляти шкідливі гази, надлишки вологи і пилу;
- 3) рівномірно розподіляти свіже повітря по всьому приміщенню пташника;
- 4) забезпечувати іонізацію припливного повітря;
- 5) створювати обслуговуючому персоналу нормальні умови для роботи.

4.2. Вибір технічних засобів системи автоматичного керування мікрокліматом пташника

Для повітряного опалювання пташника передбачається використання автоматизованих теплогенераторів ТГФ-350, які нагрівають і подають припливне повітря. Тепло в таких теплогенераторах отримують від згорання рідкого палива. Унаслідок великого внутрішнього об'єму опалювального приміщення для утримання курей-несучок з метою рівномірного розподілу повітря за всією площею його подають по повітроводах. Технічні характеристики теплогенератора представлені в табл. 4.2.

Для підтримання газового складу повітря та видалення надлишкового тепла в літній період використовується комплект вентиляційного устатку-

вання «Клімат - 47М». Для керування комплектом вентиляційного устаткування «Клімат - 47М» застосовуємо пристрій керування «Кліматика -1».

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики теплогенератора ТГФ-350

Показники	Величина
Теплопродуктивність, кДж/год	$1470 \cdot 10^3$
Об'єм нагрітого повітря, м ³ /год	25000
Температура нагрітого повітря, °С	53 ± 6
Коефіцієнт корисної дії, %	90
Запалення факелу	Електрична іскра
Встановлена потужність, кВт:	
головний вентилятор	7,5
вентилятор форсунки	0,75
Габарити, мм:	
довжина	2230
ширина	1000
Висота	1590
Маса, кг	745

Пристрій керування «Кліматика -1» призначено для підтримки температури повітря в приміщенні пташника шляхом плавної зміни частоти обертання асинхронних електродвигунів витяжних вентиляторів. Частота обертання змінюється за допомогою трифазного тиристорного регулятора напруги, що діє за принципом фазового регулювання залежно від значення температури повітря в пташнику. У пристрої застосовані надійні сучасні схеми з використанням аналогових і цифрових мікросхем і передбаченням захисту від зворотного порядку проходження фаз, кидків напруги живлення. Пристрій «Кліматика -1» складається з наступних складових частин:

- 1) силовий блок, виконаний на груповому охолоджувачі;

- 2) блок керування;
- 3) блок перемикання [15].

Схема електрична об'єднана пристрою «Кліматика -1» представлена на рис. 4.1.

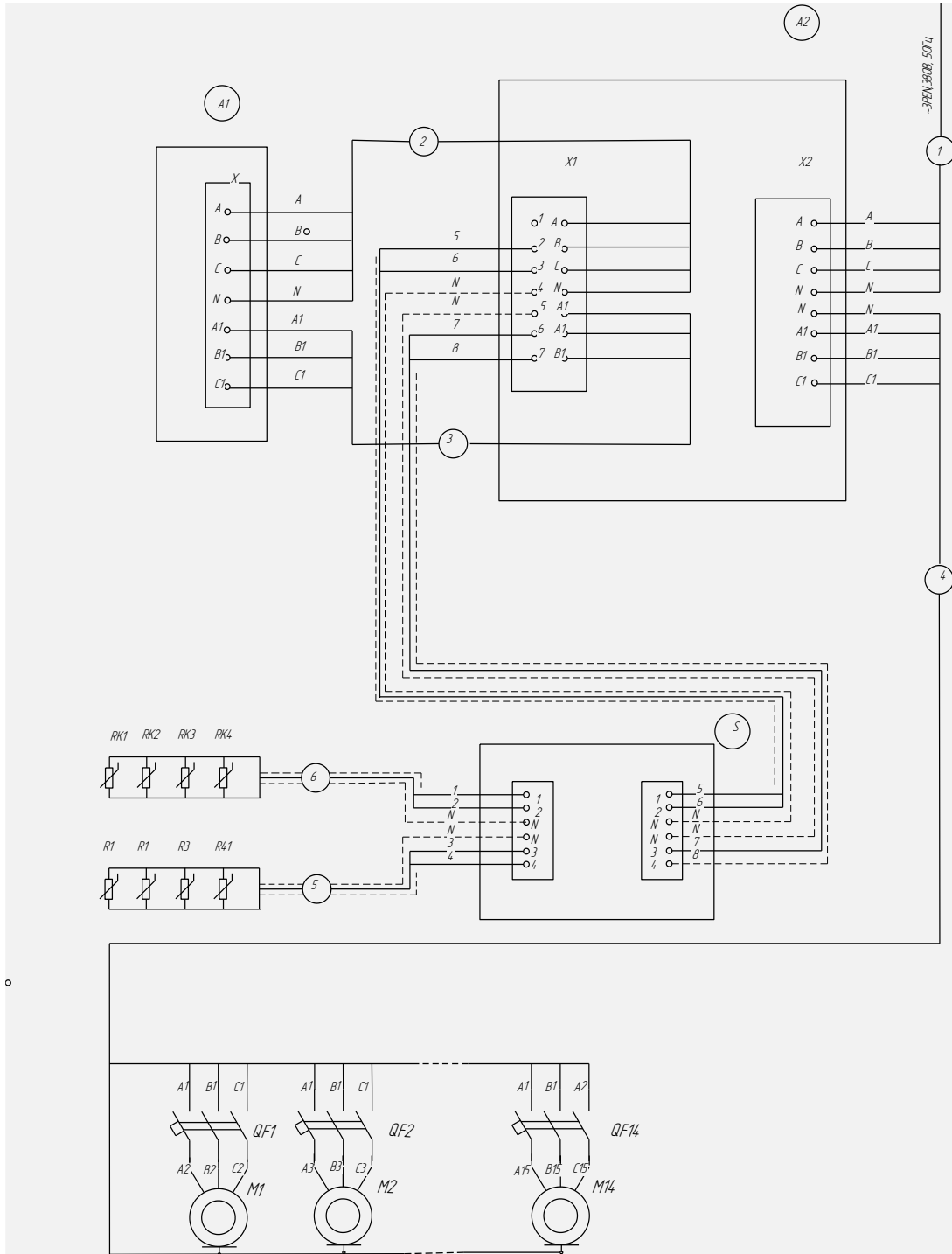


Рисунок 4.1- Пристрій «Кліматика-1»

Термодатчики КМТ-1 рівномірно розміщені в приміщенні. Зв'язок між термодатчиками і пристроєм «Кліматика -1» виконується екранованим проводом з опором жил не більше 1 Ом.

Основні технічні дані пристрою «Кліматика -1» представлені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Основні технічні дані пристрою «Кліматика -1»

Параметры	Величина
Напруга мережі, В	380
Число фаз мережі	3
Частота мережі, Гц	50±1,25;
Номінальний струм, А	63
Діапазон регулювання вихідної напруги, не менше	1 : 6
Потужність споживання системи керування, Вт, не більше	100
Зміна температури повітря в приміщенні, при зміні вихідної напруги від min до max значення, °С, не більше	4
ККД, %, не менше	97
Степінь захисту	IP 54

У зимовий час здійснювати керування мікрокліматом в приміщенні по температурному режиму ми не можемо, а також не можемо бути упевнені в тому, що параметри мікроклімату по вуглекислому газу будуть в межах зоотехнічних норм. Тому в зимовий період керування витяжною вентиляцією доцільно проводити по вуглекислому газу.

Пристрій «Кліматика -1» дозволяє керувати теплогенератором від термодатчиків витяжної вентиляції, але в даній кваліфікаційній роботі цього ми використовувати не будемо. Керування теплогенератором проводитиметься від власних термодатчиків. Це дозволить в зимовий період здійснювати керування мікрокліматом в пташнику за двома параметрами: вуглекислому газу - витяжна вентиляція; температурі - теплогенератори.

У літній період розрахунковим повітрообміном є повітрообмін по видаленню надмірної теплоти, отже, якщо температурний параметр мікроклімату в нормі, то і решта всіх параметрів мікроклімату знаходитиметься в нормі.

Для можливості керування параметрами мікроклімату в пташнику по вуглекислому газу в пристрої керування «Кліматика -1» використані датчики ДТ 2212, діапазон роботи яких від 0 до 2 % змісту в повітрі вуглекислого газу.

Перемикання системи керування з температури на вуглекислий газ проводиться перемиканням перемикачів на панелі керування шафи «Кліматика -1».

4.3. Розробка принципової електричної схеми автоматизованого керування теплогенератором та припливною вентиляцією

Для опалення пташника проектом передбачено використання теплогенератора ТГ-Ф-350, який працює на рідкому паливі. Теплогенератор складається з корпусу, до якого приєднані або вбудовані в нього вентилятор повітря, що підігрівається, вентилятор топкового блока, пальник з дифузорними розпилювачами палива, камера газифікації, топкова камера, теплообмінник-повітрянагрівач, димар. Паливо подається в топку по паливному проводу і розпорошується повітрям від вентилятора. Відкриття і закриття паливного проводу здійснює електромагнітний вентиль, запалюють топку за допомогою електроіскрових електродів, для контролю наявності полум'я призначений фоторезистор.

Повітря через теплообмінник теплогенератора продувається за допомогою вентилятора з електроприводом. Теплообмінник складається з камери згоряння і радіатора. Продукти згоряння віддають 82 - 86 % теплоти повітря, що проходить через теплогенератор, і через димохід видаляються в атмосфе-

ру. Для спалювання рідкого палива призначений спеціальний пальник. Розпилена повітряно-паливна суміш запалюється електричною іскрою, що виникає на електродах запалювання від підвищувального трансформатора. Електроди закріплені на ізоляторах. Наявність факелу контролюється двома фоторезисторами, які встановлені в блоці, що вбудований в корпус пальника.

Прилади автоматичного контролю і керування змонтовані в шафі керування, на передніх дверцятах якої встановлені перемикач режиму («Ручний» або «Автоматичний»), кнопки керування, регулятор температури, вимірювальний прилад, лампи сигналізації.

Теплогенератор забезпечує підігрів припливного повітря. Крім цього в його повітроводі встановлюється генератор аероіонів.

Відповідно до технологічного процесу опалення приміщення пташника та вимог до системи іонізації повітря при роботі теплогенератора повинні контролюватись:

- тиск палива;
- температура в приміщенні;
- температура на виході з теплогенератора;
- прогрів камери згоряння;
- наявність факелу.

До параметрів, що підлягають регулюванню відносяться температура в приміщенні та вміст аероіонів.

На підставі вище викладеного до системи автоматизації пред'являються такі технологічні вимоги:

- забезпечити двохпозиційне регулювання температури в приміщенні пташника;
- автоматична продувка камери згоряння;
- запалювання паливної суміші;
- повторне запалювання паливної суміші;

- передбачити світлову сигналізацію про роботу вентилятора, напругу в мережі та на випадок аварії;
- передбачити контроль факелу за допомогою фото резистору;
- передбачити захист електродвигунів вентиляторів від перевантаження і коротких замикань.
- передбачити періодичну іонізацію припливного повітря.

Принципова електрична схема керування теплогенератором ТГФ-350 показана на рисунку 4.2.

Схема керування теплогенератором передбачає можливість його роботи в трьох режимах: опалення автоматичне, опалення ручне, вентиляція ручна.

Система автоматичного керування теплогенератором складається з напівпровідникового терморегулятора типу ПТР-2, програмного блоку, блоку запалювання, блоку контролю нагрівання і датчика аварійного перегрівання, блоку слідкування за наявністю факелу в камері згоряння, блоку сигналізації.

У режимі автоматичного керування перемикачі *SA1* і *SA2* перебувають в положенні *A*. Якщо температура в приміщенні внаслідок вентиляції стає нижче заданої, контакти напівпровідникового терморегулятора *A1* замикаються, отримують живлення реле часу *KT*, проміжне реле *KV1*, яке вмикає магнітний пускач *KM1* електровентилятора *M1*. Вентиляція приміщення припиняється.

Через 5 с після вмикання реле часу замикається його контакт *KT4* і магнітний пускач *KM2* отримує живлення (по колу контактів *KT3*, *KT4*, *SA2*, *KT1* і *SK3*). Вмикається двигун вентилятора пальника *M2* і починається продувка камери згоряння.

Через 20-25 с замикаються контакти *KT2* реле часу і напруга подається на високовольтний трансформатор запалювання *TV1*, вмикається електромагнітний клапан *YA*, що відкриває доступ палива до камери згоряння.

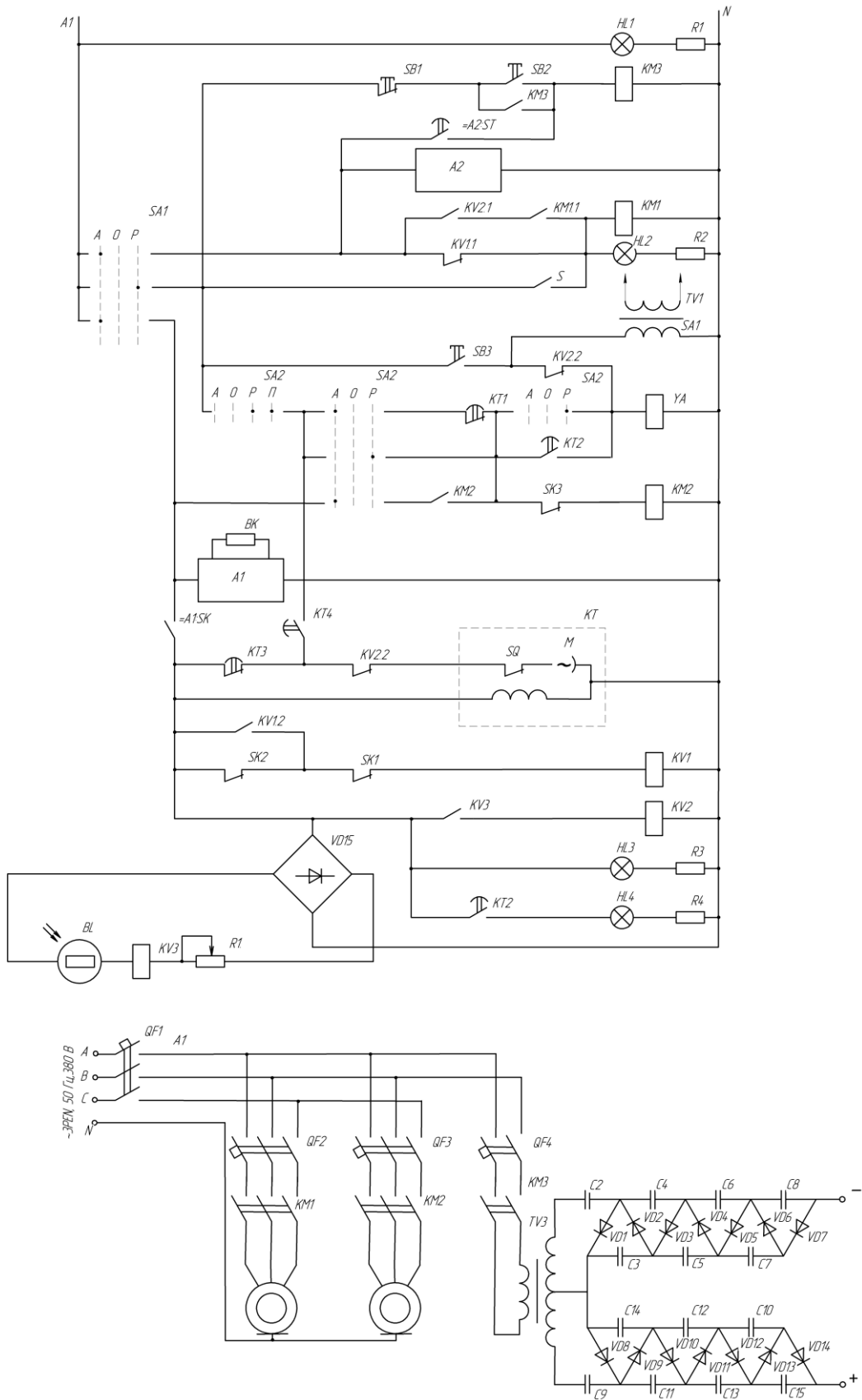


Рисунок 4.2 - Схема керування теплогенератором

Від іскри трансформатора *TV1* повітряно-паливна суміш запалюється і освітлює камеру згоряння. Під дією світла опір й фотореле *BL* зменшується, що викликає спрацювання спочатку проміжного реле *KV3*, а потім і реле *KV2*, контакти якого *KV2.2* і *KV2.3* вимикають трансформатор запалювання *TV1* і реле часу *KT*.

Коли камера згоряння прогрівається, розмикаються контакти датчиків температури *SK1* і *SK2*, реле *KV1* втрачає живлення і своїми розмикаючими контактами *KV1.1* вмикає котушку магнітного пускача *KM1*, через силові контакти якого отримує живлення електродвигун вентилятора *M1*. У приміщенні починає надходити повітря, нагріте в теплогенераторі. Коли температура теплогенератора перевищить допустиме значення, контакти датчика *SK3* розімкнуться і магнітний пускач *KM2* зупинить роботу агрегату.

Якщо пуск теплогенератора триває більше ніж 25 с і стає безуспішним, то розмикаючий контакт *KT1* вимикає електромагнітний клапан *YA* і подача пального припиняється. Потім замикаючим контактом *KT5* вмикається сигнальна лампа *HL4*, а розмикаючим контактом *KT3* припиняється живлення котушки магнітного пускача *KM2* і вентилятор *M2* топки зупиняється. У разі короткочасного зриву факела при нормальній роботі теплогенератора реле *KV3* фотореле своїми контактами *KV3* знеструмлює реле *KV2* і через розмикаючі контакти *KV2.2* подається напруга на трансформатор запалювання *TV1*. Якщо після цього суміш не запалюється, теплогенератор вимикається контактами *KT1* і *KT3*. Повторно його вмикають вручну, повертаючи рукоятку *SA1* спочатку в положення 0, а потім назад - в положення А. При цьому програмний пристрій *KT* повертається у початкове положення. Якщо температура повітря в приміщенні стає нижче заданої, теплогенератор автоматично запускається.

Для нормальної зупинки теплогенератора перемикач *SA1* переводять у положення 0.

У режимі ручного опалення, до якого звертаються для налагодження, випробування, а також у випадку відмовлень автоматики, перемикачі *SA1* і *SA2* ставлять у положення *P*. Одержує живлення котушка магнітного пускача *KM2*, і починається продувка топки. Потім перемикач *SA2* переводять у положення *P*. Включається електромагнітний клапан *YA*, і паливо подається в камеру згоряння. Після необхідного прогріву камери згоряння замикається тумблер *S*, магнітний пускач *KM1* включає електродвигун вентилятора *M1*.

У режимі ручної вентиляції вентиляторами теплогенератора керують за допомогою тумблера *S*.

Схемою передбачено керування джерелом живлення аероіонізатора. Джерело живлення складається з підвищувального трансформатора *TV3* та помножувача напруги на діодах *VD1... VD14* та конденсаторах *C2...C15*. В ручному режимі джерело живлення керується кнопками *SB1*, *SB2*, а в автоматичному - програмним реле *A2*.

Висновки за розділом 4

Запропонована система автоматизації дозволяє уникати аварійних режимів, забезпечити надійну підтримку мікроклімату в пташнику, зменшити витрати електроенергії та зменшити кількість обслуговуючого персоналу. Проведено вибір технічних засобів системи автоматичного керування мікрокліматом пташника. Розроблена принципова електрична схема автоматизованого керування теплогенератором та припливною вентиляцією.

Для живлення системи іонізації повітря необхідно використовувати двополярне високовольтне джерело живлення, що складається з підвищувального трансформатору та двох помножувачів напруги для електродів коронного розряду та збираючого аноду.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Аналіз системи керування організацією охорони праці на підприємстві

Одним з основних суб'єктів, що здійснюють керування охороною праці на підприємстві, є служба охорони праці. У якій формі вона створюється та функціонує, залежить від кількості працівників, що працюють на підприємстві.

Створення служби охорони праці на підприємствах будь-якої форми власності передбачено ст. 15 Закону України «Про охорону праці» і є обов'язком роботодавця, якщо кількість найманих працівників складає 50 і більше осіб. На підприємствах виробничої сфери при кількості працюючих до 50 осіб (невиробничої сфери — до 100 чоловік) функції служби охорони праці можуть виконувати особи з відповідною професійною підготовкою за сумісництвом.

На підприємстві з кількістю працівників менше 50 створення цілої служби не є обов'язковим і доцільним. Її функції можуть виконувати за сумісництвом особи, які мають відповідну підготовку та освіту: фахівці або інженери з охорони праці.

В організаціях з кількістю працівників менше 20 для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися фахівці на договірній основі. При цьому вони повинні мати стаж роботи не менше 3 років і пройти навчання з охорони праці.

Очевидно, що ставлення власника (керівника) до створення служби охорони праці віддзеркалює його ставлення до створення безпечних, здорових умов праці, а власне - до збереження життя та здоров'я підпорядкованих працівників.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства. За своїм посадовим положенням та умовами оплати праці керівник та спеціалісти служби прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб підприємства. Діє така служба на підставі Типового положення, затвердженого наказом Держнаглядпраці від 15.11.2004 р. № 255. На основі Типового положення з урахуванням специфіки виробництва, видів діяльності, кількості працівників, умов праці та інших факторів, роботодавець розробляє Положення про службу охорони праці відповідного підприємства, яке затверджується наказом по підприємству. Цей документ визначає структуру служби охорони праці, чисельність, завдання, функції та права її працівників відповідно до чинних нормативно-правових актів.

Згідно із Законом України «Про охорону праці» служба охорони праці створюється роботодавцем для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці.

Роботу служби охорони праці спрямовано на створення здорових і безпечних умов праці, на збереження життя та здоров'я працівників у процесі виконання ними трудових обов'язків.

Перш за все служба охорони праці на підприємстві повинна забезпечити виконання вимог чинного законодавства України з питань охорони праці, а також забезпечити нормативно-правовими актами з охорони праці, що діють у межах підприємства, посібниками, навчальними матеріалами з цих питань; організувати роботу кабінету з охорони праці, наради, семінари та інші заходи з цих питань.

Однією з найважливіших функцій, які покладені на службу охорони праці, є участь у розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві. Також фахівці з охорони праці беруть участь у скла-

данні санітарно-гігієнічної характеристики робочих місць працівників, які проходять обстеження щодо профзахворювань; у проведенні внутрішнього аудиту охорони праці та атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці; у складанні списків професій і посад, згідно з якими працівники повинні проходити обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди; в організації навчання з питань охорони праці та роботи комісії з перевірки знань з цих питань.

Служба охорони праці на підприємстві покликана також контролювати дотримання роботодавцем вимог законодавства з охорони праці, тому має право видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків і отримувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці.

Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець. Такий припис складається у двох примірниках, один з яких видається керівнику робіт, об'єкта, цеху, другий залишається і реєструється в службі охорони праці і зберігається протягом 5 років. Якщо керівник структурного підрозділу підприємства відмовляється від підпису в отриманні припису, спеціаліст охорони праці направляє відповідне подання на ім'я особи, якій адміністративно підпорядкований цей структурний підрозділ, або роботодавцю.

5.2. Удосконалення системи керування охороною праці

Для організації роботи служби охорони праці необхідно:

1. Видати комплексний наказ про створення служби охорони праці на підприємстві, яким закріпити, зокрема, такі основні моменти:
 - створити службу охорони праці на підприємстві;
 - затвердити Положення про службу охорони праці;
 - призначити керівника та працівників служби охорони праці;

- затвердити Положення про проведення навчань з питань охорони праці, Положення про систему охорони праці, інші нормативні акти з питань охорони праці, враховуючи специфіку підприємства;

- закріпити відповідальних працівників служби охорони праці за проведення інструктажів та перевірки знань з питань охорони праці.

2. Забезпечити проведення навчання та перевірку знань з питань охорони праці (цього вимагає п. 1.6 Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та Перелік робіт з підвищеною небезпекою: наказ Держнаглядпраці від 26.01.2005 р. № 15). Навчання та перевірка знань з питань охорони праці працівників служби охорони праці проводяться в установленому законодавством порядку під час прийняття на роботу та періодично один раз на три роки.

Таке навчання проводиться у спеціальних навчальних закладах, які мають ліцензію і пройшли акредитацію згідно із законодавством.

3. Опрацювати та затвердити у керівника підприємства посадову інструкцію керівника та працівника служби охорони праці.

4. Забезпечити ведення нормативної, технічної та іншої документації з питань охорони праці на підприємстві, її належне зберігання та контроль.

5. Створити кабінет охорони праці. Згідно з Рекомендаціями Держгірпромнагляду від 07.02.2008 р. кабінет має відповідати вимогам будівельних норм і правил. Його площа визначається із розрахунку працюючих: до 1000 осіб - 24 м², більше 1000 - додається 6 м². Виходячи із завдань, покладених на кабінет охорони праці, він має бути відповідно оснащений з урахуванням специфіки діяльності підприємства (сьогодні нормативно не закріплено обов'язок суб'єктів господарювання створювати кабінет охорони праці. Вирішення цього питання покладається на розсуд роботодавця. Типове положення про кабінет охорони праці визнано таким, що втратило чинність, згідно з наказом Держгірпромнагляду від 02.10.2007 р. за № 235. Проте у деяких чинних документах згадується про кабінет охорони праці, зокрема в Типово-

му положенні про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

Отже, створення та організація служби охорони праці на підприємстві є дійсно потрібним не лише для того, щоб виконати вимоги законодавства в цій сфері, але і мінімізувати ризики відповідальності роботодавця за порушення вимог безпеки праці, а також виконувати низку інших важливих функцій: вести документацію з питань охорони праці, проводити інструктажі, перевіряти знання та ін.

Працівники служби охорони праці несуть персональну відповідальність:

- за невідповідність прийнятих ними рішень вимогам чинного законодавства з охорони праці;
- за невиконання своїх функціональних обов'язків;
- за недостовірність та несвоєчасність підготовки статистичних звітів з охорони праці;
- за низьку якість проведеного ними розслідування нещасних випадків на виробництві.

5.3. Безпека у надзвичайних ситуаціях

Пожежна безпека є складовою частиною безпеки життєдіяльності

Основою пожежної безпеки є профілактика система заходів, яка попереджує пожежі на підприємстві.

Вимоги пожежної безпеки повинні бути вивчені всіма робітниками, що обслуговують виробничі процеси птахофабрики.

Відповідно до [3], щоб уникнути нещасних випадків на підприємстві варто дотримуватися такі вимоги пожежної безпеки:

- 1) не встановлювати на шляхах евакуації виробниче устаткування й інші предмети, не блокувати двері евакуаційних виходів;

2) не зберігати легкозаймисті і пальні матеріали (рідини) усередині приміщення;

3) строго забороняється застосування відкритого вогню в помешканні (для обігріву труб різноманітних систем паяльними лампами, смолоскипами);

Зміни та бригади повинні вміти користуватися вогнегасником, знати способи гасіння вогню.

В кожному виробничому приміщенні повинні бути встановлені два та більше вогнегасника, лопата, ящик з піском, а також шматок войлоку та брезенту.

У випадку пожежі електричного обладнання та відсутності струмонепровідних вогнегасників, необхідно швидко вимкнути напругу.

Якщо умови дозволяють, вимкнути в розподільчих щитах ввідні рубильники або захисні автомати.

Для ліквідації пожеж служать різні засоби пожежегасіння- пожежна техніка.

У приміщеннях підприємства рекомендується встановлювати систему електричної пожежної сигналізації, призначену для виявлення загоряння (пожежі) і сигналізації про місце його виникнення.

Виробничі будинки і споруди основного і виробничого призначення суб'єкта господарювання повинні відповідати вимогам ДБН В.2.2-1-95 "Будинки і споруди. Будівлі і споруди для тваринництва" (ДБН В.2.2-1-95), СНиП 2.09.02-85, СНиП 2.09.04-87, Ветеринарно-санітарних правил для птахівницьких господарств, НАПБ В.01.057-2006/200 та НАПБ А.01.001-2004.

Для усіх виробничих і складських приміщень повинна бути визначена категорія вибухопожежної та пожежної небезпеки відповідно до вимог нормативних документів. Написи про такі відомості повинні розміщуватись ззовні на входних дверях будинків, споруд, діляниць, приміщень зна-

ками безпеки відповідно до ГОСТ 12.4.026-76 "ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности".

Будинки та споруди підприємства повинні бути обладнані знаками безпеки згідно з вимогами ДСТУ ISO 6309:2007 "Противопожечний захист. Знаки безпеки. Форма та колір", а також мають бути обладнані засобами протипожежного захисту (установками пожежної сигналізації, пожежогасіння, системами оповіщення про пожежу тощо) та оснащені первинними засобами пожежогасіння відповідно до вимог НАПБ В.01.057-2006/200.

Висновки за розділом 5

Запропонована організація служби охорони праці на підприємстві, розроблені заходи з організації навчання з питань електробезпеки дозволяють забезпечити безпечні умови праці, а також функціонування об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі вирішене науково - прикладне завдання розробки науково - технічних основ створення і застосування електротехнологічних систем забезпечення параметрів мікроклімату в птахівницьких приміщеннях.

Отримані результати дозволяють зробити наступні загальні висновки.

1. На підставі аналізу літературних джерел обґрунтована структура електротехнологічної системи підтримки параметрів мікроклімату пташника, до якої входить припливна та витяжна система вентиляції з підігрівом повітря та його іонізацією в припливному повітроводі.

2. На основі моделювання електричного поля системи електродів збираючий анод-клітка встановлено, що для забезпечення ефективної концентрації негативних аероіонів в клітках збираючий анод необхідноотрібно розташовувати між клітками кожного ряду батарей рівно віддалено від низу та верху клітки кожного ярусу, що забезпечує максимальну напруженість електричного поля на поверхні клітки.

3. Для живлення системи іонізації повітря потрібно використовувати двополярне високовольтне джерело живлення, яке складається з підвищувального трансформатору та двох помножувачів напруги для електродів коронного розряду та збираючого аноду.

4. Розроблена автоматизована електротехнологічна система підтримки температурного, газового та іонного режиму в пташнику, що вміщує припливно-витяжну систему вентиляції з підігрівом та іонізацією повітря.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Матвійчук В.А. Методичні вказівки по оформленню дипломних робіт магістра для студентів ОКР «Магістр» спеціальності 8.10010101 «Енергетика сільсько-господарського виробництва» та студентів ОС «Магістр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»/ Матвійчук В.А., Стаднік М.І., Рубаненко О.О. – Вінниця: ВНАУ, 2016. - 63 с..
2. Матвійчук В.А. Технології наукових досліджень. Навч. посібник / Матвійчук В.А., Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є. - Вінниця: ВНАУ, Л 49 2015. - 190 с..
3. Матвійчук В. А. Електротехнології в АПК: навчальний посібник / В. А. Матвійчук, О. Є. Рубаненко, І. П. Стаднійчук. ВНАУ – Вінниця:ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 272 с.
4. Матвійчук В. А. Діагностування електрообладнання: навчальний посібник / В. А. Матвійчук, О. Є. Рубаненко, І. О. Гунько. ВНАУ – Вінниця:ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 140 с.
5. Технічна механіка. Підручник. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О.В. – К.: «Хай-Тек-Прес», 2011. – 340 с.
6. Методика вимірювання легких аерофонів повітря, КГТУ ім. Туполева – А. Ф. Туктагулов, Ф. Х. Туктагулов. 1986. – 40 с.
7. Принципи і методи реєстрації елементарних часток, під ред.. Л. К. Юан і Ву Цзян-сюн, переклад з англ. М., 1963. – 236 с.
8. Музиченко В. А. Визначення режимів електрообробки рослинної продукції з соковитими тканинами / В. А. Музиченко, І. В. Бондаренко // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2013.
9. Басов А. М. Электротехнология/ А. М. Басов, В. Г. Быков, А. В. Лаптев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.
10. Бондаренко, С.П. Применение электрокоронных ионизаторов для

аэроионификации животноводческих помещений / С.П.Бондаренко, Н.П.Салата // Научные труды УСХА. - Киев, 1978.-С.9-12.

11. Дроздов В.Ф. Теплоснабжение и вентиляция/ В.Ф.Дроздов. – М.: Агропромиздат. 1982. – 197с.

12. Захаров А.А. Практикум по применению теплоты в сельском хозяйстве/ А.А. Захаров– М.: Колос, 1985. -175 с.

13. Кудрявцев Н.Ф. Электрический нагрев и электротехнология / Н.Ф. Кудрявцев, В.А. Красенко. - М.: Колос, 1975. -384 с.

14. Лившиц, М.Н. Аэроионификация: Практическое применение / М.Н Лившиц, - М: Стойиздат, 1990. - 168 с.

15. Марченко О.С. Механізація та автоматизація у тваринництві / О.С. Марченко, О.В.Дацішин, Ю.М.Лавриненко та ін.; За ред. О.С.Марченка. – К.: Урожай, 1995. -416 с.

16. Павлов, С.П. Высоковольтные аэроионизаторы и аэрозольловители / С.П. Павлов. - М.: МГОУ, 1993. - 280 с.

17. Поляков, В. Физика аэроионизации / В.Поляков // Радио. - 2002. - №3. - С. 36-38.

18. Прищеп, Л.Г. Озонирование и ионизация воздуха в клетках для птиц / Л.Г. Прищеп, В.Ф. Сторчевой // Механизация и электрификация сельского хозяйства.-1995.-№8.-С. 19-21.

19. Рудаков В.В. Ионизация воздуха в животноводческих помещениях / В.В. Рудаков, С.К. Александрова. - Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение, 1987.-64 с.

20. Чижевский А. Л. Аэроионификация в народном хозяйстве/ А. Л. Чижевский. - М.: Госпланиздат, 1960. - 758 с.

21. Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха: (справ. пособие) – М.: Агропромиздат, 1989. – 204с.

22. Бородай В. П., Сахацький М. І., Ветрійчук А. І., Мельник В. В. та ін. Технологія виробництва продукції птахівництва. Підручник. - Вінниця:

Нова Книга, 2006. - 360 с ISBN 978-966-382-065-1

23. Червінський Л.С. Електротехнології та електроосвітлення: Навчальний посібник / Чміль А.І., Червінський Л.С, Борщ Г.М., Сторожук Л.О., Книжка Т.С/.. – К.: ЦП «Компринт», 2017. – 660 с.

24. Бондаренко Є. А. Методичні рекомендації до розділу «Охорона праці» в дипломних роботах (для студентів спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / укл. Є. А. Бондаренко. – Вінниця 2017. 118 с.

25. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.

26. Chervinsky LS. Primary mechanism of action of optical radiation on living organisms. Int Journal Biosen Bioelectron. 2018; 4(4): 204. DOI: 10.15406/ijbsbe.2018.04.00126

27. Deb N. Chlorpyrifos Toxicity in Fish: A Review / N. Deb, S. Das // Curr. World Environ. – 2013. – Vol. 8, N 1. – P. 77–84.

28. Deng K. Carry over effects of dietary yeast RNA as a source of nucleotides on lymphoid organs and immune response in Legorn-type chickens / K. Deng, C. Wong, C. Nolan // Brit. Poultry Sci. – 2005. – V. 46. – P. 673–678.

29. Storey K. B. Oxidative stress: animal adaptations in nature / K.B. Storey // Bras. J. Med. Biol. Res. –1996. – N 29. – P. 1715–1733.

ДОДАТКИ