

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

ДОЦЕНТ, К.Т.Н.

/ОКУШКО О.В./

вчене звання і ступінь

підпис

« _____ »
ЧИСЛО

місяць

2026 p.
рік

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студенту

Горнічному Андрію Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

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

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: «Проектні рішення з розроблення електротехнологічного обладнання для інкубаторію» затверджена наказом ректора НУБіП України від 30 жовтня 2025 р. №2607 «С».

Термін подання завершеного проекту на кафедру 2026.05.30
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи:

- 1) Правила улаштування електроустановок (ПУЕ).
- 2) Правила будови електроустановок (електрообладнання спеціальних установок).
- 3) Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.
- 4) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Загальна характеристика інкубаторію
2. Технологічна частина
3. Електротехнічна частина
4. Розробка електротехнологічного комплексу
5. Заходи з охорони праці
6. Розрахунок показників економічної ефективності

Перелік графічних документів:

1. Силове обладнання інкубаторію
2. Електричне освітлення інкубаторію
3. Електрична схема інкубатора
4. Технологічні схеми

Дата видачі завдання 17.10.2025 р.

Керівник дипломного проекту бакалавра _____ Усенко С.М.

Завдання прийняв до виконання

Горнічний А.В.

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. листів	№ прим.	Примітка
1	A4	<u>02.02-БКТ.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ</u>	Пояснювальна записка	69		
2	A4	<u>02.02-БКТ.2607«С».2025.10.30.005.ЕМ</u>	Силове обладнання інкубаторію	1		
3	A4	<u>02.02-БКТ.2607«С».2025.10.30.005.E0</u>	Електричне освітлення інкубаторію	1		
4	A4	<u>02.02-БКТ.2607«С».2025.10.30.005.E2</u>	Принципово-електрична схема інкубатора	1		
5	A4	<u>02.02-БКТ.2607«С».2025.10.30.005.E3</u>	Схема технологічних ліній	1		
			<u>02.02-БКТ.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ</u>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість проекту	
Розробив	Горнічний А.В.					
Перевірив	Усенко С.М.					
Затвердив	Окушко О.В.					
				Літер	Лист	
					Т	4
				НУБІП ЕЕЕ -230026СТ		

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1.ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ.....	8
1.1 Виробничо-господарська характеристика інкубаторію.....	8
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	12
2.1 Обґрунтування та вибір технологічних процесів на об'єкті.....	12
2.2 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання.....	15
РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	18
3.1 Вибір і перевірка електродвигуна вентиляційної установки.....	18
3.2 Розробка схеми керування електроприводом.....	22
3.3 Вибір апаратів керування і захисту.....	24
3.4 Вибір силових проводок.....	28
3.5 Світлотехнічний розрахунок.....	29
3.6 Електричний розрахунок мереж та апаратів захисту.....	32
3.7 Вдосконалення камери інкубатора «ІУП-Ф-45» за допомогою мікропроцесорного блоку БМІ-Ф-М 15.01.....	34
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ.....	39
4.1. Властивості озону і способи отримання.....	39
4.2. Застосування озону в технології інкубації яєць.....	44
4.3. Озонування стічних вод.....	46
4.4. Очистка повітря виробничих приміщень.....	54
4.5. Використання озону для очистки кормів.....	56
4.6. Дослідження ефективності очищення води та знезараження кормів за допомогою озонування.....	59
РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	63
5.1.Охорона навколишнього середовища, безпеки життєдіяльності.....	63
5.2. Розробка заходів з енергозбереження.....	64

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1 Розрахунок економічної ефективності прийнятих рішень.....65

ВИСНОВКИ.....68

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....69

ВСТУП

Актуальність. Одним з головних етапів в розвитку сучасного птахівництва є інкубація яєць. Для підтримки популяції сільськогосподарської птиці в Україні щорічно необхідно проводити інкубацію не менше ніж 3 млрд. яєць.

Сучасні інкубатори пройшли тривалий шлях модернізацій та удосконалення і на теперішній час являють собою досить складне автоматизоване обладнання, яке містить сучасні засоби контролю, що забезпечують автоматичне керування з дуже точним підтриманням необхідних параметрів мікроклімату необхідних для розвитку ембріонів. Використання інкубаторів дає можливість ефективно виводити молодняк птиці на протязі всього року. При значній кількості одночасно працюючих інкубаторів ефективне керування процесами в них стає досить важливим завданням, а сам контроль за роботою керуючої апаратури потребує злагоджених дій.

Мета дослідження - обґрунтувати та розробити комплекс проєктних рішень щодо модернізації системи електрообладнання та засобів автоматизації інкубаторію для зниження її внутрішнього енергоспоживання та підвищення загальної енергоефективності.

Об'єкт дослідження - технологічні процеси функціонування та енергозабезпечення інкубаторію.

Предмет дослідження - система електрообладнання, засоби автоматизованого керування та режими їх роботи, що забезпечують підвищення енергоефективності інкубаторію.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Виробничо-господарська характеристика інкубаторію

Будівля інкубаційного цеху – це великий комплекс приміщень, що налічує 28 кімнат. У них скупчене технологічне устаткування, необхідне для утримання, збереження, переробки та інкубації яєць, а також для виконання супутніх допоміжних робіт цього проекту. Уся будівля та все обладнання інкубаторію підпорядковані єдиному виробничому циклу.

Рівень вогнестійкості даного інкубаторію визначено як II, а його категорія за пожежною небезпекою належить до класу Д. Усі приміщення інкубаційної станції класифікуються як зони з підвищеним ризиком ураження електричним струмом.

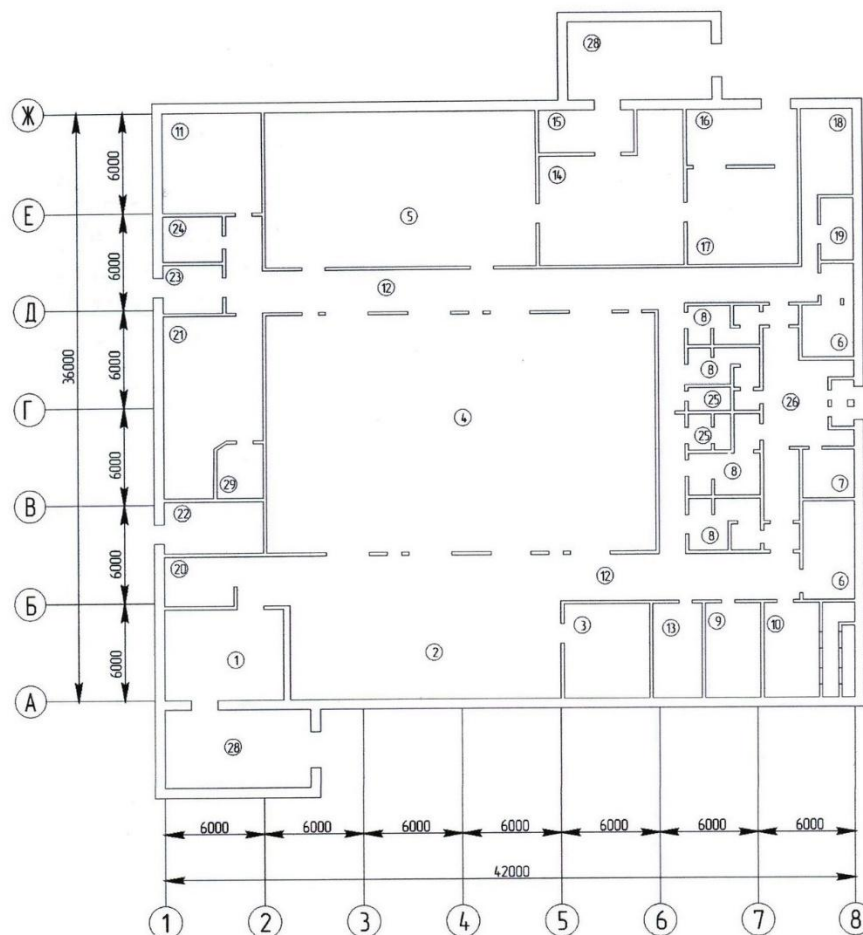


Рис. 1.1. План інкубаційного приміщення

Експлікація приміщень

№ п/п	Назва	Розміри			Умови зовнішнього середовища	Примітка
		А ,м	В, м	Н, м		
1	Приймальна яєць	6	7	3	Норм	
2	Зал сортування	18	7	3	Норм	
3	Камера для зберігання	6	5	3	Норм	
4	Інкубаційна	24	15	3	Норм	
5	Вивідна	10	15	3	Норм	
6	Службова	6	6,5	3	Норм	
7	Кабінет завідуючого виробництвом	5	3	3	Норм	
8	Санпропускник	6	8	3	Сире	
9	Електрощитова	6	3	3	Норм	
10	Вентиляційна камера приточна	6	5,5	3	Норм	
11	Вентиляційна камера витяжна	6	6	3	Норм	
12	Коридор	2,5	5,8	3	Сире	
13	Машинна	3	6	3	Сире	
14	Приміщення підготовки молодняка	5	15	3	Норм	
15	Приміщення експедиції	3,5	5	3	Норм	
16	Склад	4	7	3	Сире	
17	Склад	4	7	3	Сире	
18	Майстерня	4	6,5	3	Норм	
19	Інвентарна	4	2,5	3	Норм	
20	Лабораторія	4	2,5	3	Норм	
21	Мийна	14	4	3	Вологе	
22	Дезинфекційна камера	3	6	3	Вологе	
23	Камера для відходів	3	5	3	Сире	
24	Тепловий пункт	2,5	4	3	Норм	
25	Санвузол	3	2,5	3	Сире	
26	Вестибюль	6	5	3	Норм	
27	Тамбур	2	2	3	Сире	
28	Завантажувальна	18	6	3	Сире	

Усі зони інкубації поділяються на головні та допоміжні. До основних зон належать такі:

- Зал інкубації, який є місцем для розміщення інкубаційних шаф та апаратури для контролю й нагляду за усім процесом (наприклад, овоскоп И-11, стіл СМУ).

У залі інкубації, де перебувають яйця, дотримання температурного режиму згідно з нормами передбачає показники у кожному приміщенні на рівні 20-22°C; відносна вологість повітря має становити 50-70%, швидкість руху повітря – 0,4 м/с, концентрація вуглекислого газу – 0,10%, рівень освітлення – 30 лк.:

- Вивідний зал, що використовується для розміщення вивідних шаф, а також пересувних столів для відбору та підрахунку виведеного поголів'я. У цій зоні, де розміщуються інкубаційні яйця, температура не повинна опускатися нижче 20-22°C, відносна вологість – 50-70%, швидкість циркуляції повітря – 0,3 м/с, вміст вуглекислого газу – 0,10%, освітленість – 50 лк.;

- Приміщення для короткочасного зберігання вивідних яєць, розраховане на термін до 3-5 діб за температури повітря 8-12°C та відносної вологості 75-80%. Для забезпечення таких умов застосовуються автоматизовані фреонові охолоджувальні агрегати ЦФ-50, ИФ-56, де швидкість повітряного потоку досягає 0,2 м/с, концентрація вуглекислого газу – 0,05%, освітлення – 10 лк.;

- Зона для перевірки, сортування та зберігання яєць. Тут проводять сортування, овоскопіювання та укладання яєць у лотки для інкубації. Яйця, що не придатні для інкубації, за потреби миють, пакують і відправляють для продажу. Усі операції з сортування, пакування та миття виконуються автоматично за допомогою машини для очищення яєць ЯМ-3000, сортувальної машини для яєць МСЯ-1М та настільного овоскопа И-11.

- Приміщення, де здійснюється сортування курчат. Воно призначене для зоотехнічного відбору та розподілу молодняку по підлозі, обрізки дзьобів та пакування до ящиків для подальшого транспортування в інший зал. Усі перелічені етапи механізовані: для цього залучаються конвеєри для

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

сортування курчат, апарат для обрізання дзьобів та стіл для сортування, що має на меті зниження обсягу ручної праці;

- Приміщення для видачі курчат, призначене для їх тимчасового утримання та пакування перед відправленням на подальше вирощування. Температурний режим тут підтримується на рівні 28-30°C, відносна вологість – 60-70%, швидкість руху повітря – 0,5 м/с, рівень вуглекислого газу – 0,20%, освітленість – 30 лк.;

- Газова камера, необхідність якої полягає у знезараженні поверхонь та дезінфекції яєць перед завантаженням в інкубаційні камери. У цій зоні передбачено монтаж вентилятора для забезпечення потрібної швидкості циркуляції повітря під час дезінфекційних процедур.

					<u>02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ</u>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

РОЗДІЛ 2.

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування та вибір технологічних процесів на об'єкті

Ключові особливості інкубатора ІУП-Ф-45 полягають у наступному:

Необхідний мікроклімат підтримується у напівавтоматичному режимі, контролюючись за допомогою одного гігрометра та трьох термодатчиків. Реверсивний електродвигун забезпечує щогодинний автоматичний поворот лотків з яйцями. Щоб запобігти випаданню лотків під час перевертання, вони надійно фіксуються спеціальними засувками. Для зручності обслуговування, барабани можна вручну або механічно переводити у вертикальне положення. Тихий чотирилопатевий вентилятор забезпечує ефективну циркуляцію повітря в кожному відсіку. Нагрів повітря в кожному відсіку здійснюється чотирма електронагрівальними приладами.

Зволоження повітря в камерах відбувається шляхом випаровування води, яка подається на лопаті вентилятора під час його обертання. Охолодження повітря в кожній камері реалізовано за допомогою води, що проходить через радіатор. Повітрообмін у кожному відсіку забезпечується наявністю отворів, оснащених дросельними заслінками. Цей інкубатор користується значною популярністю не лише в Україні, а й за її межами. Він є надійним і продуктивним приладом, здатним задовольнити запити споживачів.

Відповідальність за якість бренду несе конструкторський департамент, який провів оновлення апарату відповідно до сучасних вимог:

- дерев'яні панелі замінено на пластикові сендвіч-панелі;
- дерев'яні щоби барабана замінено на металеві профілі, що витримують більші навантаження;
- процедура дезінфекції барабана стала простішою;
- замок барабана та кріплення ТЕНів отримали спеціальне антикорозійне покриття;

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- встановлено двигун італійського виробництва фірми Motovario;
систему повітрообміну було вдосконалено.

Продуктивність цього інкубатора демонструється такими показниками:

Місткість курячих яєць на пластикових лотках — 42 120 шт., на металевих — 45 120 шт. (по 15 040 шт. на кожен контейнер, або 158 шт. в одному лотку).

Місткість гусячих яєць — 18 000 шт. (по 60 шт. в одному лотку).

Місткість качиних яєць — 33 800 шт. (по 120 шт. в одному лотку).

Місткість перепелиних яєць — 73 000 шт.

Вихід здорового поголів'я — 87 %.

Вихід на робочий режим інкубації — 3,9 години.

Функціонал моделі ІУП-Ф-45 включає:

Контроль температури — забезпечується трьома датчиками.

У разі досягнення критичних значень температури (збільшення або зменшення) спрацьовує червона сигнальна лампа та звукове сповіщення.
Контроль вологості — за допомогою одного датчика.

При виході рівня вологості за межі норми (зниження або підвищення) засвічується помаранчевий індикатор та активується звуковий сигнал.

Дисплей – керування здійснюється через комп'ютер, при цьому на самому апараті встановлено дисплей для відображення робочих параметрів.

Електронний блок — забезпечує автоматизовану роботу інкубатора.

Сигналізація — у вигляді звукового сигналу та зміни кольору індикатора інформує про виявлені несправності.

Вентиляція — задіяно три вентилятори.

Акумулятор — у разі втрати електроживлення, для безперервної роботи потрібен дизельний чи бензиновий генератор потужністю 5-7 кВт; стандартний 12-вольтовий автомобільний акумулятор з інвертором забезпечить роботу інкубатора лише близько 25 хвилин.

					<u>02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ</u>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги та недоліки:

Апарат має такі сильні сторони:

- простота експлуатації;
- висока надійність;
- значна ефективність;
- можливість завантаження яєць як одноразово, так і поетапно;
- велика місткість для інкубації.

Недоліки цього типу інкубатора:

- при не повному завантаженні спостерігається збільшення енергоспоживання;
- часто виходять з ладу дросельні заслінки;
- відсутність систем для реагування на непередбачені ситуації;
- неефективне використання води для охолодження;
- нерівномірний розподіл тепла; яйця, розташовані в центрі біля вентилятора, потребують частішого перевертання для рівномірного обдування;
- висока вартість придбання;
- значні габарити та вага, що ускладнює його транспортування.

Відгуки про ІУП-Ф-45 вказують на те, що для застарілих приміщень ці машини підходять краще за імпортні аналоги, оскільки ті мають іншу конструкцію систем вентиляції, стін та підлоги. У багатьох господарствах ці апарати працюють роками без повної заміни, лише після незначних ремонтних робіт. Проте, впоратися з теплом, яке виділяють майбутні пташенята, їм стає дедалі складніше.

Західні виробники, такі як Pas Reform (Нідерланди), Petersime (Бельгія), HatchTech (Нідерланди), Jamesway (Канада) та Chick Master (США), пропонують аналогічну високу продуктивність, але з кращою виводимістю та економічністю, хоча їхня ціна є вищою. Повністю Українським аналогом є модель ІНКИ-21т від ТОВ НВФ «Севекс».

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Отже, головна перевага ІУП-Ф-45 полягає у його доступності та невибагливості в експлуатації. Проте сучасні вимоги аграрного сектору акцентують увагу на економії ресурсів, у чому цей інкубатор не вирізняється. Дорожчі закордонні моделі значно випередили його у цьому аспекті, тому вітчизняні фермери очікують на подальше вдосконалення роботи цього апарату російського виробництва.

2.2 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання

Машина МСЯ-1М призначена для автоматичного розподілення та сортування яєць масою більше 36 грам. Приймальний транспортер машини має два незалежні кола в яких встановлені гумові ролики. Гумовими роликами яйця переміщуються від завантажувального лотка і спрямовуються в необхідному напрямі в процесі переміщення. Над транспортером встановлена полиця для відбракованих яєць.

Таблиця 2.1

Технічні характеристики яйце сортувальної машини МСЯ-1М

№	Показники	Дані
1	Продуктивність, тис. яєць/ч	10
2	Займана площа, м ²	10,75
3	Маса, кг	700
4	Кількість персоналу, чол	6 або 7
5	Номінальна потужність, кВт	0,27

Універсальний стіл СМУ-А, призначений для контролю стану яєць під час інкубації. Являє собою передвижну установку, яка за необхідності переміщується працівником по приміщенню інкубаторію. Для обслуговування необхідно 1–2 працівника. Технічні характеристики стола, представлені в таблиці 2.2.

Інкубатор ІКП-60 розроблений для інкубації качиних та індичиних яєць. Даний інкубатор складається з двох 6 інкубаційних камер.

Будова інкубатора ІКП-60 та ІКП 90 майже однакова, і відрізняється лише конструкцією лотків, привода диска розпилювача та задньої стінки інкубатора.

Таблиця 2.2

Технічні характеристики стола міражного СМУ-А

№	Показник	Дані
1	Тип лампи	ЛБЗО – 3
2	Займана площа, м ²	3
3	Маса, кг	50
4	Кількість персоналу, чол.	2
5	Загальна потужність, кВт	30

Технічні дані найпопулярніших інкубаторів представлені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3

Порівняльні характеристики інкубаторів

Показник	Тип інкубатора		
	ІКП-90	Універсал-55	ІКЛ-60
Кількість камер :	7	4	7
Інкубаторні камери:	6	3	6
Вивідні камери:	1	1	1
Загальна місткість камер інкубатора	91728	56056	60480
Число лотків в камерах	728	312	672
Загальна встановлена потужність інкубаторного блоку, кВт	29,4	8,47	29,4
Встановлена потужність вивідного блоку, кВт	4,8	2,8	4,8
Датчик температури	ТСП-955А 50П		
Датчик вологості	Ртутний контактний термометр ТК-12		

Діапазон регулювання температури	36-39	36-39	36-39
Діапазон регулювання вологості , %	40-75	40-80	40-75
Тип зволожувача повітря	Дисковий		
Габаритні розміри шаф інкубатора	14720x2735x2565	5155x2700x2216	14720x2735x2565

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір та перевірка електродвигуна вентиляційної установки

Потужність електродвигуна для вентиляційної установки обираємо згідно подачі повітряного потоку та тиску:

$$P = k \frac{l \cdot p}{\eta_v + \eta_n}, \text{ кВт} \quad (3.1)$$

де: l – подача повітря, $\text{м}^3/\text{год}$

p – тиск, Па

η_v, η_n – ККД вентилятора та подачі

k – коефіцієнт запасу

Згідно норм:

1. Припливна система для вивідних та інкубаційних залів:

$$l_1 = 4230 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}, p_1 = 1600 \text{ Па}$$

2. Вентиляційна система для інших приміщень:

$$l_2 = 6080 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}, p_2 = 1600 \text{ Па}$$

Визначаємо потужність електродвигуна вентиляційної установки:

$$P = 1,1 \frac{4230 \cdot 1600}{0,9 + 0,92} = 3 \text{ кВт}$$

Для привода вентилятора даної вентиляційної системи приймаємо електродвигун АИР100S4УЗ: $P = 3 \text{ кВт}$, $I = 6,5 \text{ А}$, $n = 1410 \text{ об/хв.}$, ІМ1001, ІР44. Для створення напору повітря, обираємо вентилятор марки В-Ц4-75

Перевіряємо електродвигун на перевантаження:

Номінальна потужність електродвигуна:

$$P_{\text{н(пуск)}} = \frac{1,25 \cdot P_c}{K_{\text{мін}} \cdot U^2}, \text{ кВт} \quad (3.2)$$

де: $K_{\text{мін}}$ – кратність найменшого пускового моменту двигуна;

U – напруга при пуску у відносних одиницях;

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

P_c – потужність двигуна в момент пуску, кВт.

$$P_{H(\text{пуск})} = \frac{1,25 * 0,2}{1,6 * 0,8^2} = 0,52 \text{ кВт}$$

Перевіряємо умову на виконання:

$$P_{H, \text{дв.}} = 3 \text{ кВт} \geq P_{H(\text{пуск})} = 0,52 \text{ кВт}$$

Час пуску електродвигуна розраховуємо згідно графічно-аналітичного методу. Для цього виконаємо побудову механічної характеристики електродвигуна за 5-ма точками:

$$1. S = 0, M = 0; \omega = \frac{p \cdot n_c}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ с}^{-1} \quad (3.3)$$

$$2. S = S_H; M = M_H; S_H = (n_c - n_H) / n_c \quad (3.4)$$

де: n_c – синхронна частота обертання двигуна

$$S_H = \frac{1500 - 1410}{1500} = 0,06; ; \omega = \frac{p \cdot n_c}{30} = \frac{3,14 \cdot 1410}{30} = 147,6 \text{ с}^{-1}$$

$$P_H = 5,5 \text{ кВт};$$

$$M_H = 9550 \cdot P_H / n_H, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_H = 9550 \cdot 5,5 / 1410 = 14,9, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$3. S = S_K; M = M_K; \omega_K = \omega_c \cdot (1 - S_K) = 80,1 \text{ с}^{-1} \quad (3.5)$$

Критичне ковзання розраховуємо згідно формули:

$$S_K = \frac{S_H + \sqrt{S_H + \frac{M_K - 1}{M_H - 1}}}{1 + \sqrt{S_H + \frac{M_K - 1}{M_H - 1}}} \quad (3.6)$$

$$S_K = \frac{0,06 + \sqrt{0,06 + \frac{2,2 - 1}{1,1 - 1}}}{1 + \sqrt{0,06 + \frac{2,2 - 1}{1,1 - 1}}} = 0,492$$

$$M_K = \mu_K \cdot M_H$$

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_K = 32,8 \text{ Н*М}$$

$$4. S = S_{\text{мін}} = 0,8; ; M = M_{\text{мін}}; \mu_{\text{мін}} = 1,6; \omega_c = 158 \text{ с}^{-1}$$

$$M_{\text{мін}} = \mu_{\text{мін}} * M_H$$

$$M_{\text{мін}} = 1,6 * 14,9 = 23,9 \text{ Н*М}$$

$$5. S = 1; ; M = M_{\text{пуск}}; S_{\text{пуск}} = 1; M_{\text{пуск}} = \mu_{\text{п}} * M_H; \omega_c = 0 \text{ с}^{-1}$$

$$M_{\text{пуск}} = 2 * 14,9 = 29,8 \text{ Н*М}$$

Значення в 5-ти точках з врахуванням можливого зниження моментів:

$$1. S = 0; M' = 0 \text{ Н*М};$$

$$2. S_H = 0,07; M'_H = 0,9 * M_H; M'_H = 13,4 \text{ Н*М}$$

$$3. S_K = 0,51; M'_K = 0,9 * M_K; M'_K = 29,5 \text{ Н*М}$$

$$4. S_{\text{мін}} = 0,8; M'_{\text{мін}} = 0,9 * M_{\text{мін}}; M'_{\text{мін}} = 21,45 \text{ Н*М}$$

$$5. S_{\text{пуск}} = 1; M'_{\text{пуск}} = 0,9 * M_{\text{пуск}}; M'_{\text{пуск}} = 26,8 \text{ Н*М}$$

Значення в 5-ти точках з врахуванням спаду напруги – 5%:

$$1. S = 0; M'' = 0 \text{ Н*М};$$

$$2. S_K = 0,51; M''_K = 0,9 * M'_K; M''_K = 26,5 \text{ Н*М}$$

$$3. S_{\text{мін}} = 0,8; M''_{\text{мін}} = 0,9 * M'_{\text{мін}}; M''_{\text{мін}} = 17,16 \text{ Н*М}$$

$$4. S_{\text{пуск}} = 1; M''_{\text{пуск}} = 0,9 * M'_{\text{пуск}}; M''_{\text{пуск}} = 22,7 \text{ Н*М}$$

Загальний момент опорів робочої машини від кутової швидкості $M_c = f(\omega)$ розраховуємо:

$$M_c = M_0 + (M_{\text{с.н.}} - M_0) * \left(\frac{\omega^x}{\omega_H}\right), \quad (3.7)$$

де: $x=0$, тоді $M_c = M_{\text{с.н.}}$

$$M_{\text{с.н.}} = 9550 * \frac{P_{\text{дв.роз}}}{\omega_H} = 9550 * \frac{1,802}{1410} = 12,2 \text{ Н*М} \quad (3.8)$$

$$M_{\text{зр.р.}} = 1,3 * M_{\text{с.н.}} = 15,8 \text{ Н*М}$$

Графічним методом визначаємо різницю $M_{\text{дин}} = M''_d - M_c$

Будуємо графічну залежність динамічного моменту $\omega = f(M_{\text{дин}})$

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення часу розгону вентиляційної установки

Для визначення часу розгону системи, вісь кутової швидкості розділемо на окремі частин $\Delta\omega$. Для кожної частини визначаємо середнє значення динамічного моменту.

Час пуску двигуна визначається за формулою:

$$t_{\text{пуск}} = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \quad (3.9)$$

де: Δt_i – час розгону на певній ділянці $\Delta\omega_i$, с.

$$\Delta t_i = \frac{j_{\text{зв}} * \Delta\omega_i}{M_{\text{ср.}i}} \quad (3.10)$$

де: $j_{\text{зв}}$ – зведений момент інерції; $M_{\text{ср.}i}$ – середнє значення динамічних моментів на ділянці $\Delta\omega_i$.

$$j_{\text{зв}} = j_{\text{тр}} + 1,2 * j_{\text{дв}} = 0,0005 + 1,2 * 5,6 * 10^{-3} = 0,0071 \text{ кг*м}^2$$

$$j_{\text{тр}} = \frac{m * v^2}{\omega^2} = 0,00053 \text{ кг*м}^2$$

Результати розрахунків вносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Визначення часу пуску електропривода

№ ділянки	$\Delta\omega_i$, с	$M_{\text{ср.}i}$, Н*м	Δt_i , с
1	15	6,9	0,015
2	15	5,5	0,019
3	15	5,9	0,017
4	15	9	0,012
5	15	12,2	0,009
6	15	13,9	0,007
7	15	12,2	0,009
8	15	9,2	0,011
9	15	5,9	0,017
10	15	2	0,052

$$t_{\text{пуску}} = 0,168 \text{ с.}$$

$$\Phi_{\text{доп}} \geq v_t \cdot t_{\text{п}}$$

Графічну залежність кутової швидкості від часу $\omega = f(t)$ будують у характеристиці другого квадранту.

Перевірку електродвигуна на можливість запуску вентилятора при понижень на $\Delta U\%$ виконуємо за наступним рівнянням:

$$0,8 \cdot (1 - \Delta U\%) \cdot M_{\text{д.п.}} \geq M_{\text{зр.р.м.}}, \quad (3.11)$$

де: $M_{\text{д.п.}}$ – пусковий момент двигуна, згідно каталогу;

$\Delta U\%$ - зниження напруги, 10%;

$M_{\text{зр.р.м.}}$ – момент зрушення робочої машини, зведений до двигуна;

$$0,8 \cdot (1 - 0,1) \cdot 29,8 = 19,3 > 15,6$$

Умова виконується.

Перевірка двигуна на перевантаження виконується за умовою:

$$0,8 \cdot M_{\text{д.к.}} > M_{\text{макс.н.д.}},$$

де 0,8 – коефіцієнт запасу;

$M_{\text{макс.н.д.}}$ – макс. статичний момент двигуна, Н·м.

$M_{\text{д.к.}}$ – критичний момент двигуна, згідно каталогу, Н·м;

$$0,8 \cdot 16,5 = 13,5 \text{ Н·м} > M_{\text{макс.н.д.}} = 7,5 \text{ Н·м.}$$

Умова виконується.

3.2 Розробка схеми керування електроприводом

Створення схеми управління вимагає забезпечення безперервної роботи електроприводів зволожувачів та вентиляційної системи протягом усього циклу інкубації. На зазначені електродвигуни монтується апаратура захисту від термічного перевантаження. Потрібно організувати автоматичне залучення усіх нагрівальних елементів на максимальну потужність та стабільне підтримання заданого температурного рівня. Енергетичні ланцюги усіх підсистем інкубаційної установки мають захист від КЗ, реалізований встановленням плавких вставок FU1-FU3.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Зважаючи на значне енергоспоживання обладнання, його комутація здійснюється за допомогою контактів магнітного контактора. Імпульс на котушку магнітного контактора надходить від контактної групи температурного регулятора. Згідно з вимогами електробезпеки, живлення у потенційно небезпечних зонах має бути низьковольтним, тому котушку клапана подачі води до зволожувача ми живимо напругою 24В через понижуючий трансформатор TV.

Крім того, задля безпеки персоналу, необхідно реалізувати блокування функціонування силових електричних компонентів у момент відчинення корпусу інкубатора. Для цього інтегруємо кінцеві вимикачі SQ1 та SQ2, які включаємо у ланцюг живлення контактора KM2.

У контурі управління передбачається оптична та акустична індикація, що відображає стан роботи інкубатора: "Прогрів", "Зволоження", "Охолодження", "Аварійний режим" (якщо встановлені параметри виходять за допустимі рамки). Акустичний сигнал тривоги для аварійного стану забезпечується живленням від джерела постійного струму для надійності.

Для захисту контуру керування від КЗ встановлено запобіжник FU4.B

Розробка принципової електричної схеми керування приводом механізму повороту лотків

У силове коло системи управління поворотом лотків інтегровано запуск двигуна M5 за реверсивною схемою. Електромотор, що відповідає за обертання лотків, охороняється термореле KK1, тоді як захист силових ланцюгів від перевищень струму унаслідок КЗ чи перенавантаження реалізовано через встановлення автоматичного вимикача QF1.

Крім того, в контур управління поворотом лотків вмонтовано реле часу, яке, відповідно до заданого алгоритму, подає напругу на котушки реверсивного контактора.

Живлення котушок магнітного контактора забезпечується зниженою напругою 36В та частотою 50Гц. Для вибору потрібного режиму роботи –

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«ручний», «автоматичний» або «Горизонт» – у ланцюг управління поворотом лотків вбудовано кулачковий перемикач SA. Для фіксації лотків у крайніх точках на схемі управління розміщено кінцеві вимикачі SQ1 та SQ2, а для утримання лотка в горизонтальному положенні – кінцевик SQ3.

На випадок виникнення нештатних ситуацій передбачено можливість ручного оперування приводом повороту лотків за допомогою кнопок SB1 та SB2. Запобіжник FU слугує для захисту схеми керування лотками.

Функціональна електрична схема управління інкубаторієм та механізмом повороту лотків відображена на аркуші Е3 проектної графічної частини. Схематичне зображення виконано згідно з чинними стандартами. Додатково внесено діаграму функціонування перемикача, роз'яснювальні таблиці та перелік компонентів схеми.

3.3.Вибір апаратів керування і захисту

Розрахунок і вибір елементів схеми інкубатора

Для розрахунку та підбору елементів складаємо однолінійну розрахункову схему, яка представлена на рис.3.1.

Номінальні струми окремих ділянок кола приймаємо такими, що рівні струмам всіх споживачів в цих ділянках.

Струм однієї ділянки лінії, що живить групу споживачів, визначаємо згідно рівняння:

$$I_p = K * \sum_{i=1}^{i=n} I_p * i \quad (3.12)$$

де: $I_p * i$ - розрахунковий струм i -го електроприймача певної групи;

K – коефіцієнт одночасності.

$$I_p = K * \sum_{i=1}^{i=5} I_p * i = 1 * (0,83 + 0,83 + 0,83 + 0,3 + 4) = 6,79 \text{ А}$$

Для захисту схеми від струмів КЗ застосовуємо запобіжники FU1-FU3.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

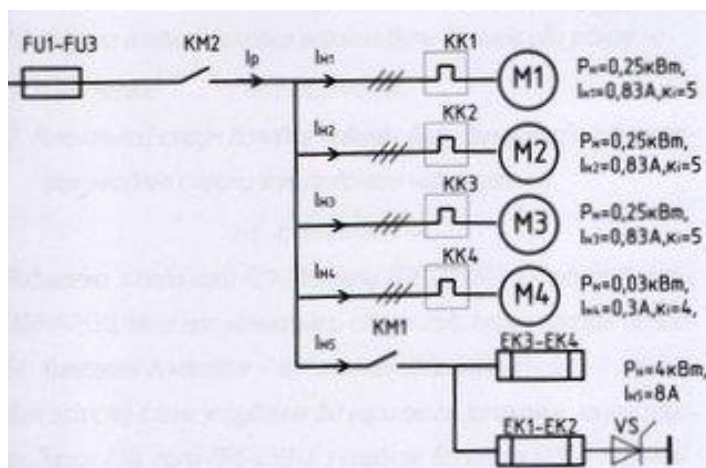


Рис. 3.1. Розрахункова однолінійна схема силової частини

Умови вибору:

1. Напруга плавкої вставки запобіжника повинна відповідати або бути більшою напруги мережі: $U_{п.в.} \geq U_{м} = 380V$
2. Номінальний струм вставки запобіжника повинен відповідати або бути більшим розрахунковому струму навантаження лінії кола:
 $I_{п.в.} \geq I_{розрах} = 6,78A$

Встановлюємо запобіжники з номінальним струмом 25А, струм плавкої вставки 25А.

Для захисту схеми керування від струмів КЗ встановлено запобіжник 6А, номінальний струм плавкої вставки – 2А.

Для вмикання силових кіл встановлюємо електромагнітний пускач KM2, який служить для вмикання електродвигунів M1, M2, M3 типу АІР63А4У3 приводу вентиляторів та двигун M4 приводу зволожувача типу АІР50А2У3.

Умови вибору магнітного пускача:

1. Напруга пускача: $U_{н} \geq U_{м} = 380V$
2. Номінальний струм пускача: $I_{н.п.} \geq I_{розрах} = 6,79A$
3. Пускач для вмикання електродвигунів комплектується тепловим реле.

Обираємо пускач з номінальними параметрами: номінальний струм 10А, напруга 380В, частота 50 Гц. Із встановленим тепловим реле та

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПР	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кліматичним виконання IP00. Кількість допоміжних контактів – 1з;1р.
Виконання за стійкістю проти несанкціонованого спрацювання контактів – Б.
Напруга живлення котушки магнітного пускача – Уж.к. – 220В.

Магнітний пускач КМ2 обираємо аналогічно КМ1.

Для захисту електродвигуна М4 приводу зволожувача від перевантаження встановлюємо теплове реле КК4, яке містить 1з і 1р контакти, а також має температурну компенсацію при обриві фази. Межі регулювання робочого струму 0,24-0,4А. Також в колі є тиристор VS, який слугує для вмикання нагрівних елементів ЕК3-ЕК4 типу ЕТ-80, які ввімкнено на напругу 220В. Потужність кожного нагрівача 1кВт. Сигнали на керуючий контакт подається з терморегулятора.

1. Максимальний робочий струм споживача:

$$I_{p.max}=I_n=2A \quad (3.13)$$

2. Максимальна зворотня напруга:

$$U_{zv.max}=K_o \cdot U_n \quad (3.14)$$

де K_o - коефіцієнт випрямленої напруги

$$U_{zv.max}=1,05 \cdot 220=231B$$

Обираємо тиристор за наступними умовами:

1. Допустимий струм тиристора повинен бути більшим максимального робочого струму самого споживача:

$$I_{max.dop} \geq I_{p.max}=2A$$

2. Номінальна робоча напруга тиристора повинна бути більшою максимальній зворотній напрузі:

$$U_{роб} \geq U_{zv.max}=231B$$

Згідно даних умов обираємо тиристор з номінальним зворотнім струмом 10А, клас виконання за напругою 3 (номінальна напруга 300В).

Підбираєм трансформатор напруги для подачі пониженої напруги на схему управління.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Напруга на первинній обмотці – 220В,50 Гц;

Напруга на вторинній обмотці – 24В,50Гц.

Потужність трансформатора має відповідати потужності всіх споживачів ввімкнених в коло або бути більшою.

$$S_{тр} = P_{н.ел} = 40 + 4 + 84 + 4 + 4 + 6 = 152,7 \text{ ВА}$$

Встановлюємо трансформатор ОСМ-1-0,16-220/24-5 потужністю 160ВА.

Для освітлення камери інкубатора використовуємо світлодіодні лампи EL1-EL2 типу Maxus led E27, на напругу 220В, потужністю 7 Вт.

Розрахунок і вибір елементів схеми приводу повороту лотків

Для вибору елементів складаємо розрахункову однолінійну схему.

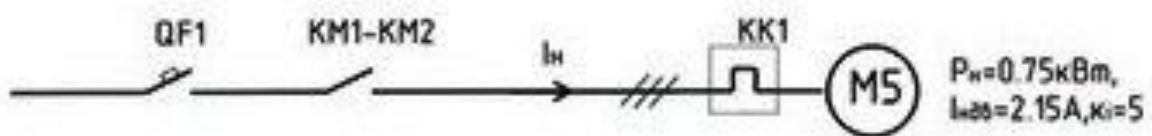


Рис.3.2. Розрахункова однолінійна схема повороту лотків

Приймаємо номінальний струм рівним номінальному струму всіх споживачів на даній ділянці:

$$I_n = I_{н.дв.} = 2,14 \text{ А}$$

Для захисту двигуна механізму повороту лотків вибираємо автоматичний вимикач:

Встановлюємо автоматичний вимикач QF1 типу ВА51Г-25, який розрахований на напругу до 660В. Номінальний струм автоматичного вимикача 25А, номінальний струм розчіплювача 16А, струм відсічки $14 \cdot I_n$.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Обираємо електромагнітний пускач КМ1-КМ2, для вмикання електродвигуна. Пускач вмикає електродвигун, який виконує реверсивний привід.

Обираємо пускач ПМЛ-160004Б. Номінальний струм 10А, номінальна напруга 380В. Пускач реверсивний з тепловим реле, виконання ІР00, кількість допоміжних контактів- 1з,1р. Напруга котушки Уж.к. = 36В.

Для захисту електродвигуна від перевантажень встановлюємо теплове реле з температурною компенсацією при обриві фаз.

Для живлення схеми керування встановлюємо трансформатор ОСМ-1-0,063-220/36-5, потужністю 63ВА.

Також передбачено керування приводом механізму повороту лотків в ручному режимі кнопковим постом SB1-SB2.

3.4. Вибір силових проводок.

Живлення двигуна М1 від щита виконуємо проводом ВВГнгд, який згідно вимог прокладаємо в пластмасовій трубі.

Приймаємо: ВВГ 4х1,5

$$I_{н.пр.}=16A>I_{н.1}=2,2A$$

Живлення двигунів М2 та М3 виконуємо аналогічним проводом.

Для вибору проводів та елементів магістральної лінії визначаємо робочий струм враховуючі всіх споживачів лінії:

$$I_{н.м.}=I_{н1}+I_{н2}+I_{н3}=2,7+5+0,86=8,56A$$

$$I_{макс}=I_{н1}+I_{н2}K_i+I_{н3}=2,7+30+0,86=33,56A$$

Для монтажу магістральної лінії обираємо провід ВВГ 4х2.5 з прокладенням по стіні на скобах.

$$I_{н.пр.}=19A>I_{н.м.}=8,56A$$

На вводі в інкубаторій встановлюємо силовий розподільчий щит з ввідним автоматичними вимикачами серії ВА 51:

$$I_{н.а.}=10A>I_{н.м.}=8,56A$$

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{н.т.р.}=12,5A>I_{н.м.}=8,56A$$

$$I_{е.м.р.}=K*I_{н.т.р.}=12*12,5=150A>1,25I_{м}=1,25*33,56=42A$$

Розрахунок силових електропроводок та апаратів захисту для інших споживачів проводимо аналогічно

3.5 . Світлотехнічний розрахунок

Розрахунок освітлення виконуємо методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Освітлення інкубаційного залу:

а) Розміри (АхВхН): 15х24х3;

б) Необхідна освітленість: E=30 лк;

1. Світильники НСП09 (КСС – М);

2. Знаходимо найкраще співвідношення:

$$\lambda = \frac{L}{H_p} \quad (3.15)$$

де: L – відстань між двома ближніми рядами світильників, м;

H_p – висота звісу світильника, м;

$$H_p=H-0,5=3-0,5=2,5 \text{ м};$$

$$\lambda = 2,6$$

3. Визначаємо відстань між двома рядами світильників:

$$L=\lambda * H_p, \text{ м} \quad (3.16)$$

$$L=2,6*2,5=6,25 \text{ м}$$

4. Визначаємо відстань між останнім рядом та стіною:

$$l=\frac{1}{3} * L, \text{ м} \quad (3.17)$$

$$l=2 \text{ м}$$

5. Загальна кількість рядів світильників:

$$N=\frac{B-l}{L} + 1, \text{ шт.} \quad (3.18)$$

B- ширина приміщення

$$n=4,2 \approx 5 \text{ шт}$$

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

6. Кількість світильників в одному ряду:

$$M = \frac{A-2l}{L} + 1, \text{ шт} \quad (3.19)$$

A - довжина приміщення, м

$$m = 2,75 \approx 3 \text{ шт}$$

7. Загальне число світильників в інкубаційному залі:

$$N = n * m, \text{ шт.} \quad (3.20)$$

$$N = 5 * 3 = 15 \text{ шт}$$

8. Розраховуємо індекс приміщення:

$$i = A * B / H_p * (A + B) \quad (3.21)$$

$$i = 15 * 24 / 2,5 * (15 + 24) = 3,85.$$

9. Коефіцієнти відбиття поверхонь приміщення для інкубаційної:

$$P_{\text{стелі}} = 50; P_{\text{стін}} = 30; P_{\text{роб.пов.}} = 10$$

10. Коефіцієнт використання світлового потоку становить $\eta = 84\%$

11. Необхідний світловий потік світильника визначасмо:

$$\Phi_p = \frac{E * S * K * Z}{N * \eta}, \text{ лм} \quad (3.22)$$

$$\Phi_p = \frac{30 * 360 * 1,5 * 1,15}{15 * 0,84} = 1478,5 \text{ лм}$$

S – площа приміщення.

12. Обираємо джерело (лампу) Maxus led E27, потужністю 40 Вт

Розрахунок інших виробничих приміщень виконуємо аналогічно.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2

Розрахунок освітлення основних виробничих приміщень

№ п/п	Назва приміщення	Розміри приміщення			Тип світильника і його КСС	Тип ламп, встановлених в світильнику	Світловий потік лампи, лм	Коефіцієнт відбиття			Індекс приміщення, і	Коефіцієнт використання, η	Коефіцієнт запасу, К	Коефіцієнт нерівномірності, Z	Кількість світильників	Загальна встановлена потужність світильників в приміщенні, кВт	
		А, м	В, м	Н, м				ρ стелі	ρ стін	ρ підлоги							
1	2	3	24	15	3	НСП 09. М	Maxus led E27. P=40Вт	2300	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Інкубаційний зал		10	15	3	НСП 09. М	Maxus led E27. P=40Вт	2300	50	30	10	3,8	84	1,5	1,15	15	3
									50	30	10	3	84	1,5	1,15	15	
2	Вивідний зал	18	7	3	НСП 09. М	Maxus led E27. P=40Вт	2300	50	30	10	3	84	1,5	1,15	12	1,8	
3	Зал сортування яєць	18	7	3	НСП 09. М	Maxus led E27. P=40Вт	2300	50	30	10	3	84	1,5	1,15	10	1,5	

3.6 Електричний розрахунок мереж та апаратів захисту

Для розрахунку проводів та захистів освітлювальних мереж розділюємо її на групи та розраховуємо потужність і струм кожної групи:

ЩО1		ЩО2	
1 гр. $P_1=1250$ Вт	$I_1=5,6$ А	1 гр. $P_1=1300$ Вт	$I_1=5,9$ А
2 гр. $P_2=1600$ Вт	$I_2=5,9$ А	2 гр. $P_2=240$ Вт	$I_2=5,5$ А
3 гр. $P_3=1400$ Вт	$I_3=5$ А	3 гр. $P_3=240$ Вт	$I_3=5,5$ А
		4 гр. $P_4=1850$ Вт	$I_4=8,4$ А
		5 гр. $P_5=1850$ Вт	$I_5=8,4$ А
		6 гр. $P_6=1700$ Вт	$I_6=7,7$ А

Розрахункова схема ЩО1:

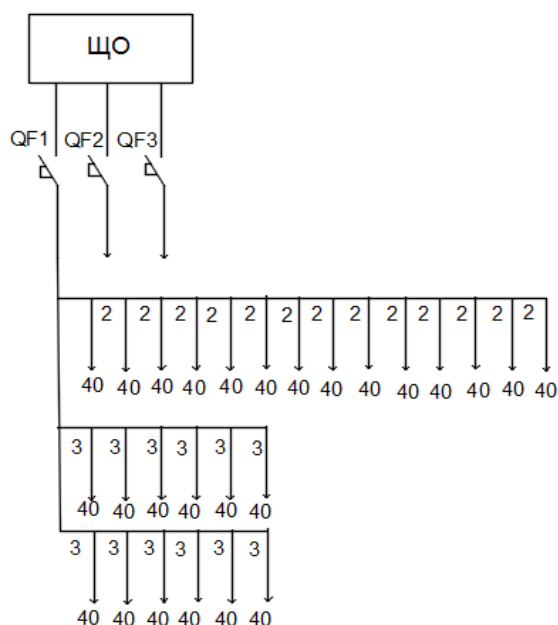


Рис 3.4 Розрахункова схема ЩО1

Розрахунок електропроводів:

1. Вибір проводів виконуємо згідно тривало допустимих струмів:

$$I_{\text{доп.пров.}} > I_p \quad (3.24)$$

де: $I_{\text{доп.каб}}$ – тривало допустимий струм провідника;

I_p – робочий струм групи.

Проводку виконуємо ВВГнгд 3х1,5, $I_{\text{доп}} = 15\text{A}$

$$15\text{A} > 5,5\text{A}$$

2. Проводимо перевірку проводів освітлювальних мереж на вирату напруги у найбільш віддаленій точці:

Провода освітлювальних мереж прокладаються відкрито.

$$\Delta U\% = \frac{220 \cdot \sum PL}{\Gamma \cdot U^2 \cdot S}, \quad (3.25)$$

$$\Delta U\% \leq \Delta U_{\text{доп}} = 2,5\%$$

ΔU

$$\begin{aligned} &= \frac{220 \cdot (40 \cdot 2 + 80 \cdot 2 + 120 \cdot 2 + 160 \cdot 6 + 200 \cdot 0 + 240 \cdot 2)}{32 \cdot 220^2 \cdot 2,5} \\ &+ \frac{220 \cdot (280 \cdot 2 + 320 \cdot 2 + 360 \cdot 2 + 400 \cdot 0 + 440 \cdot 4 + 480 \cdot 2)}{32 \cdot 220^2 \cdot 2,5} \\ &+ \frac{220 \cdot (520 \cdot 2 + 560 \cdot 2 + 600 \cdot 3 + 640 \cdot 4 + 680 \cdot 8 + 720 \cdot 3)}{32 \cdot 220^2 \cdot 2,5} \\ &+ \frac{220 \cdot (760 \cdot 3 + 800 \cdot 3 + 840 \cdot 3 + 880 \cdot 80)}{32 \cdot 220^2 \cdot 2,5} = 2,14\% \end{aligned}$$

$$\Delta U\% = 2,14\% \leq \Delta U_{\text{доп}} = 2,5\%$$

3. Розраховуємо параметри автоматичних вимикачів:

$$I_{\text{н.р}} > I_{\text{р}} \quad (3.23)$$

де: $I_{\text{н.р}}$ – номінальний струм розчіплювала автоматичного вимикача;

$I_{\text{р}}$ – робочий струм певної групи.

Встановлюємо автоматичний вимикач серії ВА51, $I_{\text{н.р}} = 10\text{A}$

$$10\text{A} > 5,9\text{A}$$

4. Вибираємо освітлювальний щит:

За відомими параметрами встановлюємо щит типу: ЩА-611-УХЛ4

Для освітлювальних мереж необхідно встановити два таких щита.

5. Розрахунковий струм на вводі в щит:

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{\text{вводу}} \geq I_{\text{ф}} \quad (3.27)$$

де: $I_{\text{вводу}}$ – максимальний струм на вводі в щит;

$I_{\text{ф}}$ – струм найбільш навантаженої фази.

$$I_{\text{ф}} = 11,8\text{А}$$

6. Вибір ввідного автоматичного вимикача виконуємо згідно умови:

$$I_{\text{н.р}} \geq I_{\text{ф}} \quad (3.28)$$

$$16\text{А} > 11,8\text{А}$$

Встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА51 $I_{\text{н.р}} = 16\text{А}$

Ввід виконуємо кабелем: ВВГнгд 4х2.5.

Розрахунок освітлювальних мереж інших груп виконуємо таким же чином і результати заносимо до розрахунково – монтажною таблиці наведеної на аркуші графічної частини дипломного проекту.

3.7. Вдосконалення камери інкубатора «ІУП-Ф-45» за допомогою мікропроцесорного блоку БМІ-Ф-М 15.01



Рис 4.1. Загальний вигляд мікропроцесорного Блоку БМІ-Ф-М 15.01

Мікропроцесорний вузол інкубатора моделі БМІ-Ф-15.01 м (надалі – вузол) розроблений задля керування та відображення параметрів температури й відносної вологості всередині інкубаторів та інкубаційних

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

шаф різного типу, що використовуються у птахівництві. Він також відповідає за подачу сигналів тривоги у випадку перевищення граничних значень температури та вологості, а також при виявленні несправностей вентиляційних систем. Контроль зазначених показників здійснюється за допомогою датчика температури (мідний терморезистор) та датчика вологості (типу ІОДВ-6 або НІН).

Дані відображаються на цифрових семисегментних індикаторах та за допомогою окремих світлодіодів.

Прилад забезпечений інтерфейсом для обміну даними з головним комп'ютером.

Умови, за яких допускається експлуатація:

- Температурний режим роботи: від 0°C до 40°C;
- Параметри вологості навколишнього середовища: 20-80% відносної вологості;
- Діапазон атмосферного тиску: 70-106,7 кПа (еквівалентно 537-800 мм ртутного стовпчика);
- Частота мережі живлення: (50±1) Гц;

Приклад, як ідентифікувати цей вузол:

При здійсненні замовлення повний опис вузла повинен включати його найменування, умовне позначення та технічні характеристики:

"Вузол інкубаційний БМІ-Ф-15.01 М із мікропроцесорним керуванням, згідно ТУ 4218-001-32627195-99".

Система моніторингу здійснює нагляд за:

1. Поточною температурою;
2. Актуальним рівнем відносної вологості;
3. Швидкістю обертання вентиляторів або інтенсивністю повітряних потоків;
4. Станом датчиків позиціонування лотків;
5. Функціональністю керування заслінкою;
6. Ступенем навантаження керуючого ланцюга.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструктивне виконання приладу відповідає схемі, наданій виробником; його розташування у приміщенні інкубаторію проілюстровано на попередньому кресленні, тоді як підключення та конфігурація локальної мережі показані на схемі. Після розпакування слід провести візуальний огляд обладнання для унеможливлення виявлення механічних дефектів, перевірити цілісність ущільнень і загальну безпеку, а також ознайомитися з короткою інструкцією з експлуатації.

По завершенні увімкнення апарату на екрані відобразиться версія його програмного забезпечення. Після цього постане головне вікно, де можна побачити дані про поточну (виміряну) температуру та рівень вологості, а також відхилення від бажаних (заданих) показників температури й вологості.

Для встановлення бажаної температури спершу потрібно перевести головний екран у режим введення даних. Цільова температура встановлена на рівні 37,8 °C. Для повернення до головного вікна натисніть клавішу ↓ або зачекайте тридцять секунд (повернення відбудеться автоматично).

Щоб встановити бажаний рівень вологості у приміщенні на 55%, вийшовши з головного екрана, послідовно натисніть кнопки ↓ F1 5 5 ENTER на клавіатурі, для входу в режим введення параметрів. Встановлене значення вологості становитиме 55%. Для повернення до головного вікна натисніть ↑ або зачекайте 30 секунд (прилад автоматично повернеться).

Існує два способи керування вологістю:

- Основний: контроль активується, коли температура падає у межах 0,3 % від встановленого значення (основний варіант).
- Регулювання за схемою: починається з моменту включення приладу і не залежить від температури (визначається моделлю пристрою).

Якщо встановлено блок для управління заслінками (буз) необхідно налаштувати кут відкриття кришки (у відсотках) – натисніть кнопку ↓.

Автоматичний режим підтримує заданий ступінь відкриття вентиляційної заслінки та необхідний рівень вологості. Відкриття може сягати 100%, тоді як закриття відбувається до встановленого рівня

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

вентиляції. Ручний режим фіксує ступінь відкриття заслінки, як задано блоком управління. У обох сценаріях при спрацьовуванні термоконтакту реалізується 100% аварійне відкриття заслінки.

У верхньому рядку відображається швидкість обертання вентилятора (у обертах за хвилину), що відповідає підключеному датчику обертів.

Нижній рядок відображає мінімальну швидкість (параметр, налаштований користувачем). Якщо фактична швидкість нижча за встановлену, з'явиться повідомлення про помилку.

Якщо ж ремінь обірвався або двигун зупинився, команда на нагрівач буде скасована.

Якщо датчик швидкості обертання вентилятора відсутній, налаштування має бути виставлено як "000", і верхній рядок не відображатиметься. Відсутність швидкості потоку при увімкненому датчику призведе до появи помилки.

Загалом рограматор виконує такі функції:

- налаштування режиму роботи на основі даних про температуру, вологість, позицію заслінки та швидкість вентилятора з комп'ютера;
- керування режимом роботи відповідно до показників температури, вологості та швидкості вентилятора;
- моніторинг режимів за температурою, вологістю, швидкістю вентилятора, швидкістю лотка, положенням заслінки та сигналізації;
- видача звукового сигналу у випадку порушення заданих умов.

"Обмін з ПК" – індикатор, що вказує на наявність чи відсутність з'єднання з центральним комп'ютером управління; він засвічується, коли пристрій відповідає через інтерфейс.

- "ОПАЛЕННЯ" – інформує про надсилання керуючого сигналу на контур нагріву.

НАЛАШТУВАННЯ ОХОЛОДЖЕННЯ – сигналізує про подачу керуючого сигналу на контур охолодження.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- "АВАРІЯ" – вказує на наявність активного повідомлення про несправність (тривогу).

Налаштування "ЗВОЛОЖЕННЯ" – показує, що керуючий сигнал подається на контур зволоження.

Аварійна сигналізація спрацює у таких випадках:

- температура відхиляється на $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ (або більше) від заданого рівня, після затримки у 60 секунд;
- рівень вологості відхиляється на $\pm 5\%$ (або більше) від заданого, після затримки у 200 секунд;
- інкубаційний режим не стартує після закінчення певного часу блокування;
- швидкість вентилятора падає нижче встановленого рівня або датчик потоку повітря фіксує відсутність потоку;
- у разі спрацювання захисту від перевантаження в ланцюзі керування.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

РОЗДІЛ 4.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ

4.1. Властивості озону і способи отримання

Озон являє собою газоподібну сполуку, котра містить три атоми кисню у своїй будові; це певна модифікація кисню. Молекула O_3 не є стабільною та швидко розпадається, виділяючи тепло. Озон належить до найсильніших окисників у природі. Його окислювальний потенціал дорівнює 2,07 еВ (для порівняння, фтор має 2,4 еВ, а хлор – 1,7 еВ). Озон здатний окислювати всі метали, за винятком золота та платини.

Процес формування озону під дією різних видів енергії випромінювання є досить заплутаним. Ключовий механізм синтезу озону з кисню варіюється залежно від рівня наданої енергії.

Збудження кисневих молекул відбувається при енергії електронів у 6,1 еВ, формування кисневих молекулярних іонів – коли енергія електронів сягає 12,2 еВ, а дисоціація кисню – при енергії 19,2 еВ. Усі вільні електрони захоплюються молекулами кисню, що призводить до утворення негативно заряджених кисневих іонів. Після збудження молекули запускається реакція синтезу озону.

Існує кілька способів отримання озону, серед яких найбільш уживаними є електроліз, фотохімічні методи та плазмовий газорозрядний електроліз.

Синтез озону за допомогою електролізу здійснюється у спеціально призначених електролізерах. Як електроліти застосовуються розчини різних кислот або їхніх солей. Озон продукується через розщеплення води, внаслідок чого утворюється атомарний кисень, який потім взаємодіє з молекулами кисню, формуючи озон та молекулярний водень. Хоча цей метод дозволяє досягти високої концентрації озону, він надзвичайно енергозатратний, тому не отримав широкого поширення.

Фотохімічні підходи до виробництва озону є найпоширенішими у природному середовищі. Озон формується в результаті розпаду кисневих

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

молекул під впливом ультрафіолетового випромінювання короткої довжини хвилі. Цей спосіб не забезпечує отримання високих концентрацій озону. Апарати, розроблені на основі цього методу, активно використовуються в лабораторних дослідженнях, у медичній практиці та в харчовій індустрії.

Електросинтез озону є найбільш розповсюдженим підходом. Цей метод поєднує здатність генерувати озон у значних концентраціях з високою ефективністю та відносно низьким споживанням енергії. На сьогоднішній день бар'єрний, поверхневий та імпульсний розряди вважаються основними методами електролізу для отримання озону.

Дещо окрему категорію становить можливість утворення озону під впливом часткових розрядів, які виникають у повітрі або газових проміжках, немінучих при виробництві або експлуатації твердих діелектричних матеріалів. Оскільки діелектрична проникність газу всередині порожнини у кілька разів менша, ніж у навколишнього діелектрика, при прикладенні напруги напруженість електричного поля в цій порожнині значно перевищує середню напруженість поля в самому діелектрику, що ініціює появу часткових розрядів. Під дією цих розрядів відбуваються хімічні реакції з утворенням активних продуктів (зокрема, озону та оксидів азоту), які негативно впливають на ізоляцію та елементи, що перебувають під напругою.

В процесі електросинтезу задіяні різні типи озонаторів. Найчастіше застосовується генератор озону, заснований на принципі бар'єрного розряду (див. рис. 4.1).

Для технологічних завдань, де потрібна низька потужність при високій концентрації озону, використовують генератори на основі поверхневого розряду. У таких пристроях розряд протікає вздовж поверхні плівкового діелектрика, де з одного боку розташовані коронуючі електроди, а з іншого – індукційні електроди. Схема генератора озону з поверхневим розрядом наведена на рисунку 4.2.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

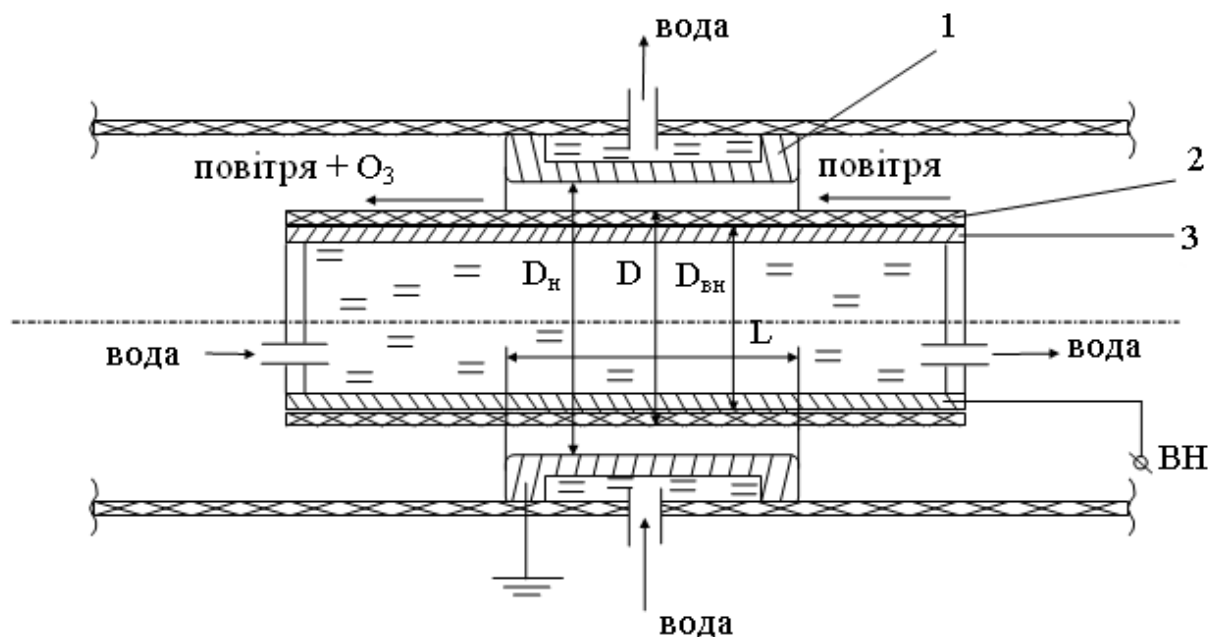


Рис.4.1. Генератор озону на бар'єрному розряді: 1 – зовнішній електрод; 2 - бар'єр із стіклоемалі; 3 – внутрішній електрод.

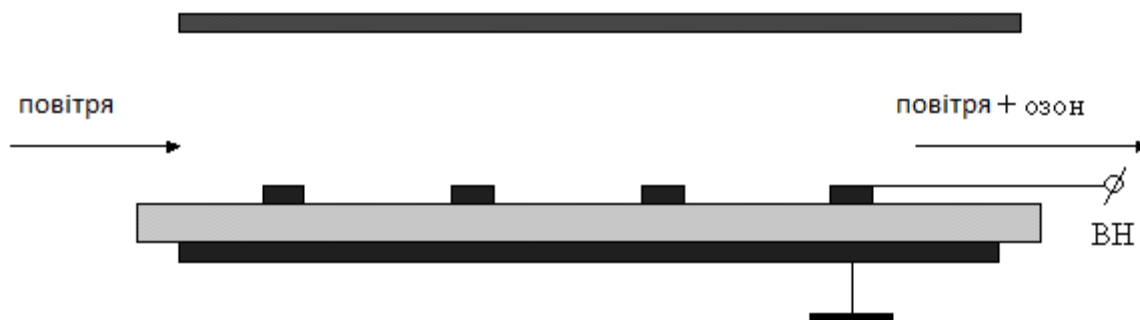


Рис.4.2. Схема генератора озону з поверхневим розрядом

Молекули кисню, потрапляючи під дію електронів у зоні електричного розряду, розщеплюються на окремі атоми. Далі ці атоми кисню вступають у взаємодію з молекулами кисню, формуючи у такий спосіб молекули озону.

За нормальних умов тиску (0,1 МПа) та температури (0 °С) у водному об'ємі об'ємом 1 дм³ здатне розчинитися 1,42 г озону, тоді як при підвищенні температури до 10 °С ця величина знижується до 1,04 г, а при 30 °С становить лише 0,45 г. Розчинність озону у воді також обумовлена значенням

pH та наявністю домішок. Зокрема, розчинність озону у воді зростає за присутності як солей, так і кислот, натомість у лужному середовищі вона зменшується.

Головною складністю при створенні сучасних пристроїв для генерації озону є той факт, що лише близько 20% енергії електричного розряду спрямовується на утворення озону; переважна частина розсіюється у вигляді теплової енергії або світлового випромінювання. Зростання температури в зоні синтезу озону прискорює його розпад. З огляду на це, критично важливим є не лише сам процес синтезу озону, але й ефективне видалення тепла, що виділяється, задля досягнення вищих концентрацій озону.

В озонаторах, де використовується поверхневий розряд, процес тепловідведення є значно простішим, ніж у конструкціях із бар'єрним розрядом, де сам розряд відбувається крізь повітряний проміжок, розташований перпендикулярно до поверхні діелектричного бар'єра. Така специфіка конструкції озонатора вимагає обов'язкового водяного охолодження. У бар'єрних озонаторах замість традиційних діелектриків можуть застосовуватися керамічні матеріали, які володіють значно вищою теплопровідністю та менше піддаються деградації під впливом плазми газового розряду. Ці переваги дають змогу багаторазово (майже у десять разів) збільшити робочу частоту живлення, що відповідно підвищує вихід озону.

Концентрація озону безпосередньо залежить від активної потужності електричного розряду та об'єму газу, що проходить через озонатор. Співвідношення активної потужності до об'ємної швидкості проходження газу через пристрій називається питомим енергетичним коефіцієнтом:

$$F=p/v_z \quad (4.1.)$$

На рисунку 4.3. представлено залежність концентрації озону від питомої енергії для різних об'ємів повітря, що проходять через озонатор.

					02.02-БКР.2606«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

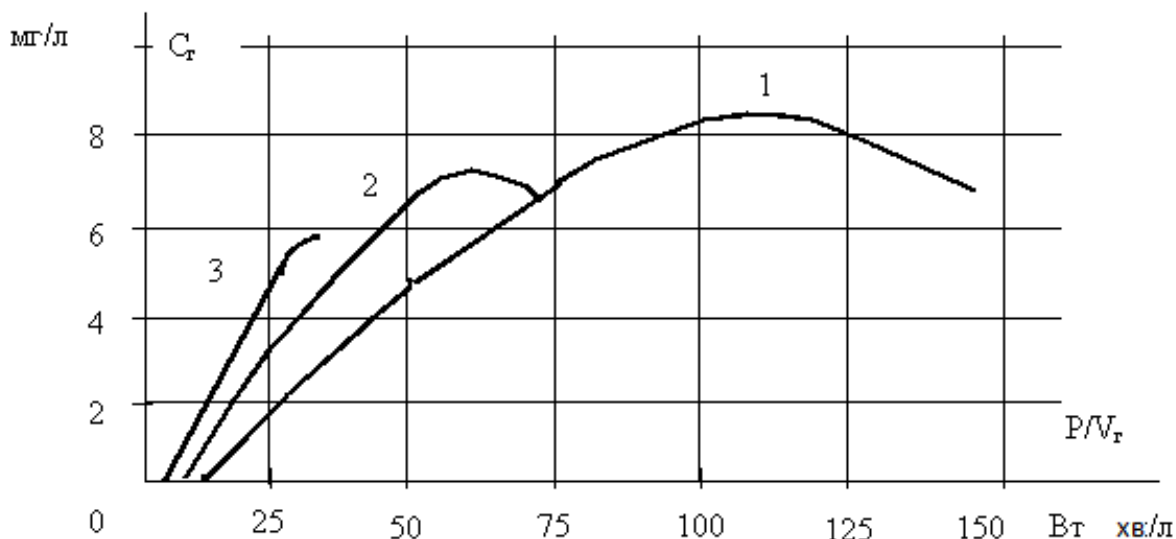


Рис.4.3. Залежність концентрації озону від питомої енергії
(1 - 0,5 л/хв; 2 - 1,0 л/хв; 3 - 2,0 л/хв).

Значення активної потужності, яка виділяється в генераторі озону:

$$P = 4f \cdot [U_2 \cdot (U_0 - U_2) \cdot C_6 - U_2^2 C_n] \quad (4.2)$$

де, U_0 - амплітуда змінної напруги частотою f ;

U_2 - напруга виникнення розряду;

C_6 - ємність діелектричного бар'єру;

C_n - ємність розрядного проміжку.

Кількість озону, що виробляється за одиницю часу залежить від продуктивності озонатора G . Згідно рівняння, продуктивність дорівнює концентрації озону в газі, поділений на об'єм газу, який проходить через озонатор:

$$G = c_2 \cdot v_2 \quad (4.3)$$

При тестуванні таких систем необхідно дослідити залежності концентрації озону і продуктивності озонатора від прикладеної напруги при

різній подачі газу. Електрична схема озонаторної установки представлена на рисунку 4.4.

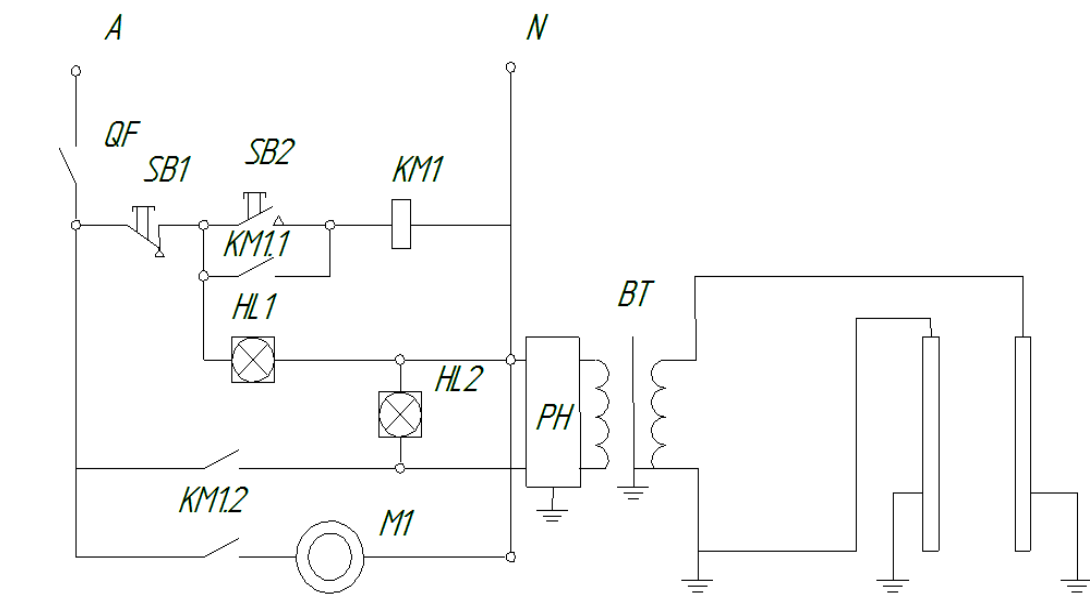


Рис . 4.4. Електрична схеми установки для озонування

4.2. Застосування озону в технології інкубації яєць

З'ясовано, що повітря, збагачене озоном, позитивно впливає на курячі зародки; певні дослідження продемонстрували зростання викльовування на понад 20% після експозиції тривалістю менше трьох годин. При вивченні зовнішнього вигляду розвитку зародків було помічено прискорення цього процесу. У крові зародків фіксувалися такі зміни: підвищення рівня гемоглобіну та кількості еритроцитів.

На підставі дослідів доведено, що озон проникає всередину яйця, а проникність озону крізь шкаралупу сягає 68,2% від початкового обсягу. Втрати озону, що осідають на шкаралупі, складають близько 30%.

Озон, потрапляючи в яйце, спричиняє зміни у структурі білка. Зафіксовано певне розрідження білка та підвищення рівня рН з 8,98 до 9,08. Трансформація складу вмісту яєць позначилася на обміні речовин у зародка. Озоновані яйця продемонстрували краще формування зародків, посилення загального метаболізму, а також активніше використання білка та жовтка.

Сприятливі наслідки озонування яєць було підтверджено також у промислових умовах. Було застосовано концентрацію озону 6 мг/м³, час опромінення – 3 години, дозу ультрафіолету – 1400 МеВ/м², формаліну – 40 мл/м³.

Дані виведення пташенят із яєць, оброблених озоном, ультрафіолетом та формальдегідом:

Таблиця 4.1.

Вплив обробки на виведення птиці

	Виведення, %			
	1 партія	2 партія	3 партія	середнє
Озон	91	95	94	93
УФ	86	94	92	90
Формальдегід	82	92	90	87

Рівень розвитку зародка та інтенсивність його обміну речовин засвідчили, що триваліший озоновий вплив спричиняє помітніші модифікації, особливо під кінець інкубаційного терміну, аніж на початкових етапах витримування яєць.

Під дією озону споживання кисню ембріоном зростає більш ніж на 40%, трансформуються структури внутрішніх органів, суттєво збільшується як абсолютна, так і відносна вага серця, печінки, шлунка, а також загальна маса зародка.

Озонування сприяє оптимізації метаболічних процесів у зародків та пізніше у курчат. Інтенсивніше наростання ваги ембріонів спостерігається на другу добу інкубації після застосування озону. Цей ефект є найбільш вираженим ближче до 19-го дня розвитку.

Застосування озонованого повітря у сховищах для тривалого збереження яєць має на меті унеможливити передчасну псування та появу плісняви всередині яєць. З цією метою яйця, розміщені у лотках, поміщають

у приміщення, оснащені озоною установкою, де підтримується мікроклімат для ідеального зберігання. Повітря у контейнерах для яєць може піддаватися озонуванню постійно чи з перервами. Концентрація озону в атмосфері має підтримуватися на рівні 4-15 мг/м³. Критично важливими є регулярне провітрювання та забезпечення циркуляції повітря у ящиках.

Відсоток успішного вилуплення курчат із яєць, що зберігалися в умовах озонового середовища, перевищує показники звичайного зберігання на 6-12%. Яйця демонструють сповільнене старіння, меншу дегідратацію та повільніші зміни у питомій вазі.

4.3. Озонування стічної води

Озонування води посідає місце серед передових методів водоочищення, експлуатуючи потужні окиснювальні та санітарні характеристики озону. Озон здатний не лише здійснити знезараження води від патогенних мікроорганізмів, а й усунути небажані запахи, поліпшити її колірні характеристики та видалити певні домішки.

Санація води, або дезінфекція, полягає у знищенні чи виведенні з ладу (інактивації) бактерій, спор, мікробів та вірусів. На цій стадії у воду вводяться спеціальні реагенти для ліквідації бактеріального забруднення. Ефективність дії дезінфектанту зростає пропорційно до збільшення його концентрації. Необхідна концентрація дезінфікуючого реагенту (що вимірюється як мінімальна кількість реагенту (у міліграмах), потрібна для приведення до стану інактивації одного літра обробленої води) детермінується низкою факторів: наявністю органічних сполук у водному середовищі, температурою води, а також рівнем активності хімічної взаємодії між водою та дезінфектантом (показник рН). На ілюстрації 4.5 наведено графічне зображення зв'язку між дозою дезінфікуючих агентів (зокрема, хлору Dcl та озону Dz) та рівнем життєздатності бактерій у воді.

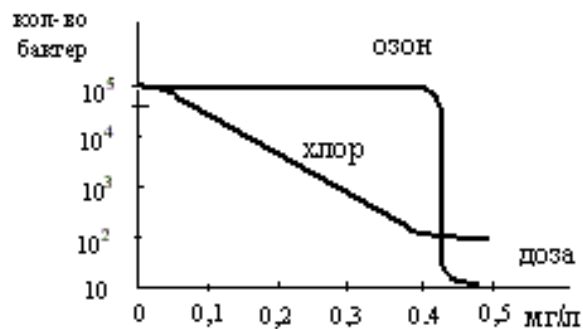


Рис.4.5. Залежність життєздатності бактерій від дози обробки.

Графічне зображення, наведене вище, демонструє, що коли застосовується хлор, чим більша його доза у воді, що проходить обробку, тим менше життєздатних бактерій залишається. З іншого боку, дезінфікуюча здатність озону при концентрації 0,4–0,5 мг на літр обробленої рідини спроможна повністю знищити усі мікроорганізми.

Таким чином, ключовим обмежувальним чинником, що впливає на ефективність дезінфекції озоном, виступає обсяг його залишку у воді. Цей залишок, своєю чергою, детермінований низкою параметрів, таких як ступінь кольоровості, наявність органічних та неорганічних домішок, а також рівні рН та температури.

Що більш насичений колір води, то більша кількість озону буде витрачена. Озон демонструє найвищу ефективність у прозорих водних середовищах, на противагу хлору, який краще працює у мутній воді. Повне знезараження за допомогою озону досягається, коли показник колірності води знижується у діапазоні від 8,6 до 10,4. Про виразний дезінфікуючий ефект озону свідчить його залишкова концентрація у воді на рівні 0,6 мг/л. Проте, для ґрунтових вод, які вже мають задовільні санітарно-гігієнічні характеристики, низьку каламутність та високу мінералізацію, достатньою буде концентрація озону у межах 0,24–0,5 мг/л, тоді як для поверхневих вод із добрими бактеріологічними показниками після етапу фільтрації потреба сягає 2–3 мг/л.

Дія окиснювачів полягає у знищенні бактеріальних клітин через інактивацію їхніх протеїнів, що реалізується шляхом проникнення цих речовин через клітинну стінку у цитоплазму та подальшого пошкодження критично важливих структур.

Промислові стоки, що містять значну кількість токсичних речовин та мікроскопічних організмів, не можуть бути просто злиті у природні водойми без попереднього очищення.

Сільськогосподарські стоки, особливо ті, що походять з об'єктів птахівництва, мають специфічний склад і потребують індивідуального, ретельного підходу до процесу озонування.

Серед найбільш небезпечних домішок у стоках виділяються неорганічні сульфіді, органічні сполуки та меркаптани, які відзначаються високою токсичністю та не можуть бути повністю нейтралізовані стандартними, загальноприйнятими методиками.

Результати, отримані після озонування стічних вод, свідчать про те, що цей метод очищення є більш результативним, аніж звичайна механічна фільтрація.

Озонування стічних вод також ілюструє, що ступінь очищення кумулятивно зростає зі збільшенням тривалості впливу та обсягу використаного озону. При застосуванні 36,7 кг/м³ озону, хімічне споживання кисню (ХСК) скорочується майже у чотири рази, прозорість підвищується у шість разів, а колірність практично зникає.

Досвід експлуатації систем озонування стічних вод підтверджує перспективність інтеграції цього процесу до очисних схем, як для забезпечення прямого скидання очищеної води у водотоки, так і для потреб зворотного водопостачання.

Конфігурація комбінованої станції для підготовки питної води реалізована відповідно до типової водопідготовчої схеми, доповненої озонуванням та фільтрувальним етапом. Принципова технологічна схема цієї установки представлена на ілюстрації. 4.6.

					<u>02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ</u>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

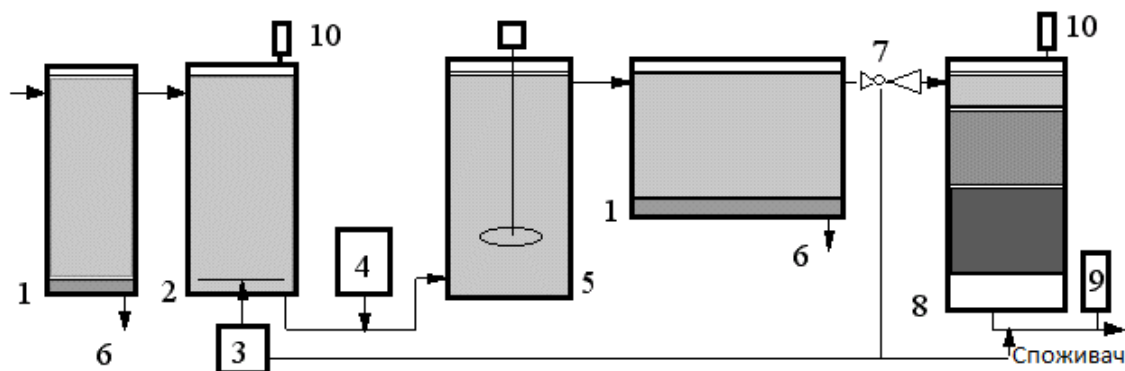


Рис.4.6. Технологічна схема підготовки питної води: 1 - відстійник; 2 - контактний апарат; 3 - генератор озону; 4 - коагулянт; 5 - камера змішення; 6 - видалення відстою; 7 - ежектор; 8 - фільтр; 9 - консервант; 10 - деструктор озону.

Перш ніж потрапити до установки, вода спершу проходить ступінь грубого очищення, а потім механічні забруднення видаляються у камері 1. Після цього вода піддається обробці хімічними реагентами. Зазвичай для цього застосовують традиційні методи озонування. Попередня обробка води озоном здійснюється у контакторі 2 після етапу видалення механічних частинок. Озон подається до контактора 3 з озонаторної установки. Завдання попереднього озонування полягає у первинному знезараженні води, усуненні кольоровості, переведенні домішок у колоїдний стан та окисленні розчинених металів.

Плюс до того, озонування сприяє процесу флокуляції (формуванню дрібних пластівців у воді з колоїдним помутнінням). Утворена нерозчинна речовина (пластівці) вилучається з води шляхом осідання у спеціальному апараті – відстійнику.

Для полегшення флокуляції після первинного озонування до води додають спеціальні речовини (флокулянти 4). До таких належать алюмінію сульфат та заліза хлорид. Для кращого з'єднання коагулянту з водою, суміш води та коагулянту інтенсивно перемішують у змішувальному резервуарі 5.

Вода після відстійника піддається багаторазовому озонуванню для проміжного знезараження та окислення органічних сполук. У вдосконаленій схемі обробки озон впорскується у воду за допомогою ежектора 7. Після цієї стадії вода прямує на фільтр 8, який може бути виконаний як комбінований з піщано-вугільним завантаженням, або ж як два окремі фільтри, один з яких містить пісок, а інший – активоване вугілля. Було виявлено, що ефективність роботи фільтра зростає, якщо озонування поєднати з фільтрацією через активоване вугілля.

Це пояснюється тим, що озонування насичує воду киснем, який бере участь у біологічному окисленні забруднюючих речовин у порах активованого вугілля, продовжуючи тим самим термін служби фільтрувального матеріалу. Після фільтрації вода знову обробляється озоном для фінального знезараження.

Для забезпечення перемішування використовується або спеціальна контактна камера, або сукупність ежектора та турбулентного змішувача.

Наступний етап передбачає контроль динаміки розчинення озону у воді та його взаємодії з різноманітними домішками, що знижують якість води.

Забезпечення ефективного розчинення газоподібного озону у воді та його внесок у якісну очистку та дезінфекцію є одним із ключових завдань при застосуванні технології озонування. Питання змішування озону і повітря з водою для дезінфекції активно досліджується з 1960-х років. Проте, на сьогоднішній день не існує єдиних, універсальних настанов щодо методів змішування. Найбільш поширеними на практиці наразі є такі підходи до змішування:

1. механічний спосіб
2. інжектування
3. барботаж.

Обґрунтування переваг різних способів диспергування озону у воді базується на економічних розрахунках для кожної конкретної ситуації та залежить від кінцевої мети озонування. Наприклад, ступінь подрібнення газу,

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

час контакту з водою та необхідна кількість озону будуть відрізнятися, якщо процес спрямований на коагуляцію чи на дезінфекцію. Це визначає вибір конкретної системи диспергування. Проте існують загальні вимоги до процесу поглинання озону з газу рідиною. По-перше, площа поверхні контакту між газовою та рідкою фазами, тобто площа поверхні бульбашок, має бути максимальною. По-друге, час перебування цих бульбашок у воді має бути достатнім для дифузії озону з газової фази у рідку. Найбільш типові схеми конструкцій контакторів представлені на ілюстрації. 4.7.

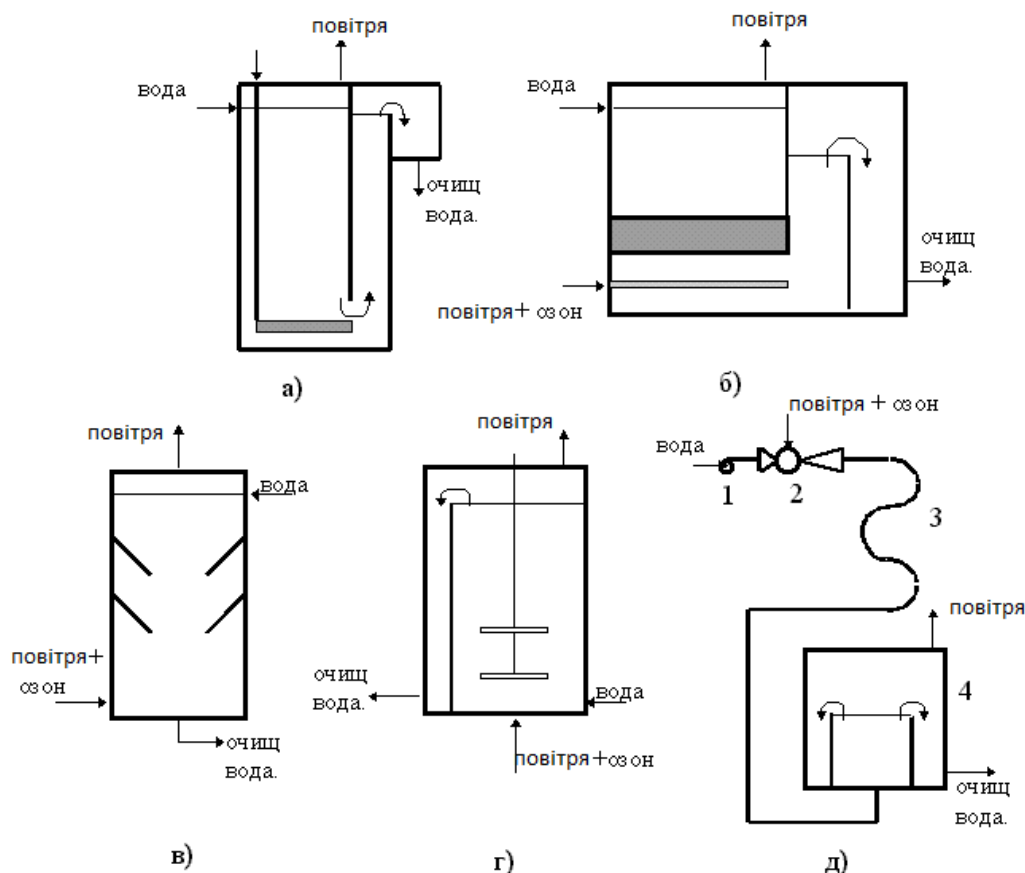


Рис.4.7. Контактні апарати: а) барботажна колона із пористою пластиною, б) колона з гранульованим шаром, в) колона із тарілками, г) колона із механічним змішувачем турбінного типу, д) апарат із ежектором і змієвим реактором; 1 – насос; 2 – ежектор; 3 – змієвик; 4 – віддільник повітря.

Найбільш розповсюджений апарат для контактування озону з водою – це піноутворювач із пористими плитами (див. рис. 4.7.а). У таких апаратах

суміш озону та повітря проштовхується крізь пористі пластини у воду, яку належить очистити. Вода надходить у напрямку, протилежному руху газових пухирців, що подовжує час взаємодії. Вода, насичена озоном, потрапляє до зони, розташованої поруч із газовим стовпом, де вона витримується протягом певного періоду, потрібного для досягнення необхідного ефекту обробки. Озон, що не вступив у реакцію з водою, збирається у верхній частині обладнання та випускається у довкілля через пристрій для руйнування озону.

Для подовження тривалості контакту озону з водою, камера спінювання може бути обладнана шаром гранул (див. рис. 4.7.б), бар'єрною перегородкою (див. рис. 4.7.в) або механічним мішалкою турбінного типу (див. рис. 4.7.г).

Ежекторний апарат показано на (рис. 4.8.д). Він складається з помпи 1, яка прокачує воду, ежектора 2, що засмоктує озоно-повітряну суміш у потік води та розбиває газ на дрібні бульбашки, теплообмінника 3, який забезпечує необхідний час для контакту газу з рідиною, та сепаратора для повітря 4.

Усі ці апарати мають свої переваги та недоліки. До прикладу, застосування механічного перемішування зменшує надійність системи через наявність рухомих елементів в агресивному середовищі. Барботаж, попри його граничну простоту, є найбільш дієвим, але й найбільш вибагливим. Ежектори (струменеві насоси) застосовуються виключно у проточних установках і, як правило, мають невисоку продуктивність.

У нашому випадку, для розроблюваної системи було обрано спосіб створення бульбашок як найбільш простий метод для забезпечення взаємодії озону з водою.

Коли бульбашки підіймаються, озон переходить у воду. Закон масообміну для окремої бульбашки має такий вигляд:

$$G_{O_3} = k' f n \cdot (c_g - c_v) \cdot t, \quad (4.4)$$

де G_{O_3} - кількість озону, що надійшов у воду із однієї бульбашки;

$k' = 0,012 \text{ л}/(\text{м}^2\text{с})$ - коефіцієнт масопередачі;

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

F_p - площа бульбашки;

c_g і c_v - концентрація озону в газі і воді відповідно;

t - час переходу озону із бульбашки у воду.

Тут $g = 9,8$ м/с² - прискорення вільного падіння, $(0,065$ н/м) - коефіцієнт поверхневого натягу, $(m_g = 1,2$ кг/м³) - густина газу і $(m_v = 1000$ кг/м³) - густина рідини.

Оскільки всі складові рівняння (4.4) є функціями багатьох змінних, розв'язок цього рівняння є досить складним. Наприклад, площа бульбашки F_p залежить від витрати газу, конструкції, розмірів і тиску в бульбашковій камері. Тому на практиці зазвичай використовують співвідношення:

- рівняння для визначення розподілу газів і рідин:

$$c_v = R t \cdot c_g \quad (4.5)$$

де $R t$ - коефіцієнт розподілу;

-законом Генрі:

$$p = K x \quad (4.6)$$

де p - тиск в камері;

K - постійна Генрі;

x - мольна частка озону, що розчинений у воді.

Закономірності (4.5) і (4.6) справедливі для розчинів у зрівноваженому стані, а вираз (4.4) відповідає стану ідеального розчину (стану повного перемішування). Значення коефіцієнтів $R t$ представлені на рис.4.8.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

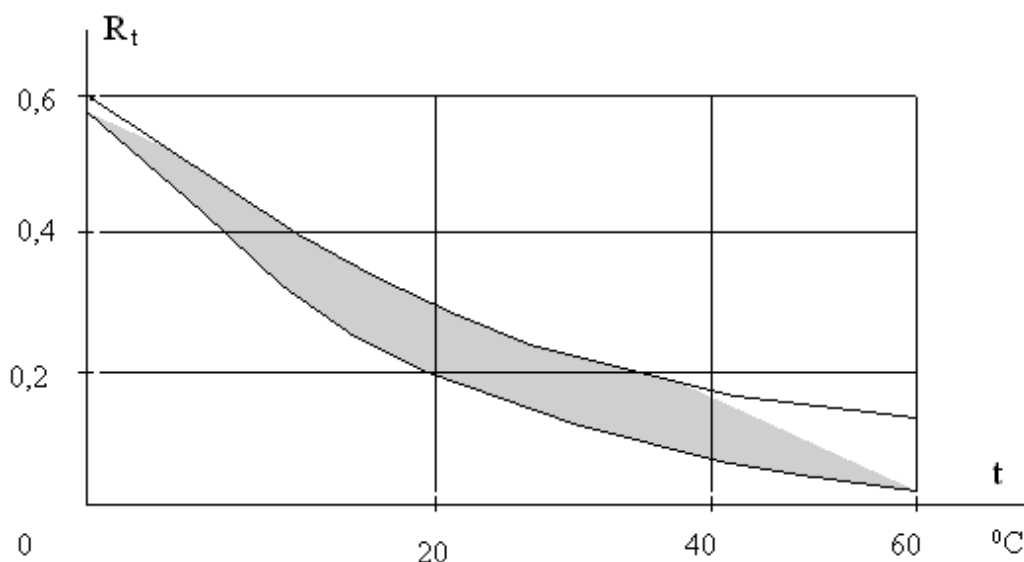


Рис.4.8. Залежність коефіцієнта розподілу від температури рідини

З наведеної вище діаграми видно, що коефіцієнт R_t є функцією від температури T і не відображає інші фактори. При зміні тиску, необхідно використовувати закон Генрі. Константа Генрі K є функцією температури, як і коефіцієнт розподілу R_t .

Концентрацію озону зазвичай вимірюють за допомогою фотометрії на основі закону Бугера-Ламберта-Бера:

$$I = I_0 \exp(-k_1 c d) \quad (4.7)$$

де, I_0 - інтенсивність випромінювання кювети;

I – інтенсивність випромінювання після проходження кювети;

c - концентрація речовини в середовищі, що досліджується;

d - довжина оптичної кювети;

k_1 - оптична постійна.

4.4.Очистка повітря виробничих приміщень

Одне з головних завдань, що стоять перед сучасними інкубаторіями, — це забезпечення найкращих умов для утримання молодняка в перші дні життя. Коли чисельність поголів'я на одиницю площі зростає, якість та склад повітряного середовища суттєво погіршуються. Це, своєю чергою,

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

призводить до зниження продуктивності птахів та їхньої слабшої стійкості до зовнішніх впливів. Зважаючи на те, що птиця перебуває у замкнутому просторі, повітря у пташниках стає забрудненим.

З огляду на цю проблему, було досліджено потенціал озонування повітря. Оскільки озон є речовиною з високою токсичністю, його застосування у птахівничих приміщеннях допустиме лише у концентраціях, безпечних для здоров'я.

Б.В. Ємельянов, Б.А. Трегубов та І.П. Кривопишин розробили та впровадили у виробництво систему для дезінфекції повітря в умовах циркуляційної вентиляції пташників. Робота цієї системи відбувається наступним чином: вентилятор (1) нагнітає повітря з пташника, далі воно змішується у вузлі змішування (2), потім у передньому блоці (6) відбувається його змішування з осушеним озоновмісним повітрям, після чого суміш надходить до очисного апарату (3). Цей апарат містить водні розчини сульфату, нітрату та карбонату амонію, що забезпечують загальний вміст солей амонію. Розчин для промивання рухається назустріч повітряному потоку, що підлягає очищенню, збирається у накопичувачі й насосом (7) повертається у цикл промивання. Після першого етапу очищення повітря з промивного пристрою (3) потрапляє на другий ступінь очищення у пристрій (5), куди подається розчин, насичений 3-4% карбонату натрію та 1-2% гідроксиду натрію. Цей миючий розчин також збирається у резервуар і насосом (7) рециркулюється для очищення. Очищене після першого та другого промивання повітря подається назад до пташника через озонатор (4). Замість озонованого повітря, на етапах дезінфекції та очищення може також використовуватися озонований кисень.

Таким чином, при очищенні загазованого повітря пташника за допомогою озону у двоступеневій системі, шкідливі компоненти видаляються й можуть бути знову задіяні у процесі.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Застосування подібної обробки повітря в пташниках з рециркуляційними системами продемонструвало високу ефективність у знищенні мікроорганізмів та видаленні різноманітних небезпечних домішок.

Якщо як окислювач для шкідливих домішок, що виходять із пташника, застосовувався озонований кисень, було досягнуто задовільних показників: 0,02 мг/м³ повітря на першій стадії обробки та 0,025 мг/м³ на другій. У очищеному повітрі концентрація аміаку становила 0,001 г/м³, сірководню — 0,0004, а вуглекислого газу — 2 г/м³.

Отже, використовуючи двоступеневу обробку з додаванням озону, очищене повітря може бути спрямоване у замкнений цикл для забезпечення вентиляції пташників.

4.5. Використання озону для обробки кормів

Здатність озону зберігати сільськогосподарську продукцію протягом тривалого часу зумовлена його згубним впливом на мікроорганізми, які спричиняють псування харчових продуктів.

Якщо зернову масу обробити озонованим повітрям із концентрацією озону 2 мг/л, витримавши її 30 хвилин, відбудеться майже повне знезараження від усіляких мікробів. Бактерицидні властивості озону значно посилюються за наявності в повітрі оксидів азоту та додаткової вологи. Наприклад, розпилення у повітрі 10-50 г/м води підсилює дезінфекційний ефект у 10-100 разів.

Активність озону як бактерицидної речовини також є надзвичайно високою. У переважній більшості ситуацій для унеможливлення росту плісняви на різних поверхнях – продуктах, ємностях, обладнанні та стінах виробничих приміщень – потрібні невеликі концентрації озону: 50 мг/м³ і більше.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Можливість озону розкласти токсичні сполуки, які часто забруднюють корми для худоби та птиці, викликає значний інтерес у сфері аграрного виробництва.

Проведено низку досліджень щодо впливу озону на шкідливу мікрофлору у кормах. Обробка зерна та кормів, заражених патогенною мікрофлорою та пліснявою, озоном (200 мг/м³) протягом години спричиняє триразове зменшення кількості колоній плісняви в 1 мл зернового екстракту, а також аналогічне зниження рівня токсинів, що продукуються цими грибами. Обробка зерна озоном у концентрації 893 мг/м³ протягом півгодини знизил мікробне забруднення зерна на 88%.

Давидчик Л. Я. та колеги виконали експерименти з обробки озоном висушеного зерна, яке було уражене пліснявою під час зберігання. У тестах з використанням чистих культур пліснявих грибів на зерні пшениці та ячменю з вологістю 25%, загинуло 99,8-99,9% спор після впливу озону концентрацією 350 мг/м³ протягом понад двох хвилин. Аналогічний вплив знищував 33,8-76,5% спор при концентрації 150 мг/м³. Подовження часу експозиції до 5-10 хвилин підвищувало результативність обробки. Концентрації озону 320..340 мг/м³ озоно-повітряної суміші протягом 15 хвилин продемонстрували 70% детоксикації токсичного зерна. Існують також дані про здатність озону руйнувати афлатоксини, які виробляються пліснявими грибами.

Крім того, є відомості про пригнічувальний вплив озону на мікрофлору у кормових компонентах. Позитивні результати щодо приросту живої маси птахи також були зафіксовані, коли птахам згодовували корм, оброблений озоном. Слід розглянути технологічну схему обладнання для дезінфекції сипучих матеріалів та кормів. Ця схема представлена на рис. 4.9.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

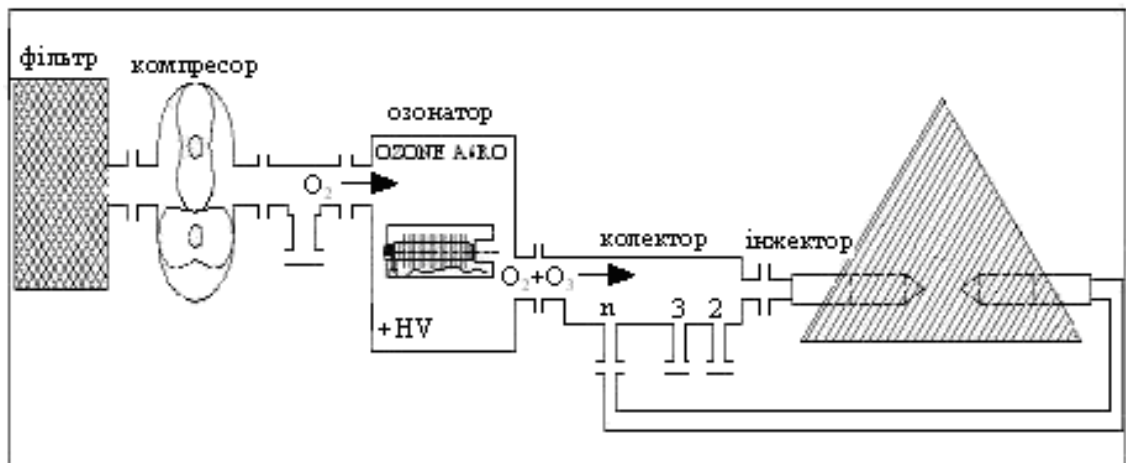


Рис. 4.9. Схема технологічного комплексу для знезараження кормів озonom.

- Технічний комплекс для обробки кормів або зернових матеріалів озono-повітряними сумішами включає в себе наступне обладнання:
- компресор з повітряним фільтром.
- Озонатор продуктивністю 50 г/год, (рис. 4.10)
- Колектор для розподілу озonoвої суміші;
- Трубопроводи з озonoстійкого пластику;
- Інжектор для розподілу озonoвої суміші в зернову масу.



Рис. 4.10. Озонатор "OZONE-AGRO"

Обробка кормів може здійснюватися в буртах, бункерах і стайнях.

Інжектори для подачі озono-повітряної суміші встановлюються на відстані 51 см від землі з інтервалом 80-100 см в товщі матеріалу.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Після включення озонного обладнання і установки необхідного режиму система працює протягом 40-60 хвилин, після чого інжектори переміщують, щоб забезпечити обробку всього об'єму.

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

Аби пересвідчитися у дієвості розробленої установки, розчин з барвником із концентрацією сорок міліграмів на літр (як барвник підійде будь-який органічний барвник). Щоб з'ясувати, як послідовно видаляється барвник, аналітичну пробу води відбирають із крана кожні п'ять хвилин і визначають її оптичну щільність. Для оцінки того, наскільки добре озон справляється з очищенням води, застосовували вже підготовлені зразки (що імітують стічні води), які містили оливково-зелений барвник та легкозмивний червоний пігмент.

У першому ж досліді напруга на озонаторі була встановлена на рівні двадцяти п'яти кіловольт, об'єм суміші озону та повітря сягав семи літрів, а концентрація барвника складала сорок міліграмів на літр. Припустимо, що вміст озону (O_3) у відпрацьованому реагенті (ОРВ) визначається нижченаведеним співвідношенням:

$$V(X=(V(Na_2S_2O_3) \cdot K \cdot 0.005 \cdot 24)/V \quad (4.8)$$

де X – вміст O_3 в озоно-повітряній суміші г/дм³, $Na_2S_2O_3$ – об'єм необхідного тіосульфату,

K – поправочний коефіцієнт концентрації $Na_2S_2O_3$

0,005 – концентрація $Na_2S_2O_3$,

24 – еквівалент озону,

V - об'єм озоно-повітряної суміші.

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

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо необхідний вміст озону в озono-повітряній суміші.

$$W=V/t \quad (4.9)$$

де V – витрата озono-повітряної суміші, $\text{дм}^3/\text{с}$,

t – час, за який пройшло V літрів газу.

Витрата озono-повітряної суміші рівна:

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

Концентрацію озону, на виході озонатора:

$$C(O_3) = X \cdot W; \text{ г } O_3 / \text{дм}^3. \quad (4.10)$$

Концентрація озону:

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

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

Після експозиції 5, 10, 15, 20, 25 хв значення оптичної густини склали:

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

Для кожного значення встановлюємо ступінь освітлення:

$$Z=(A_{\text{вих}}-A)/A_{\text{вих}} \cdot 100\%; \quad (4.11)$$

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

A – оптична густина розчину після обробки.

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

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

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

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

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

За результатами дослідження встановлено залежність ступеня освітленості (Z) від часу експозиції (t). Максимальний ефект освітленості був

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

досягнутий при експозиції 25 хвилин з ефектом 28,57%, що підтверджує ефективність використання озону.

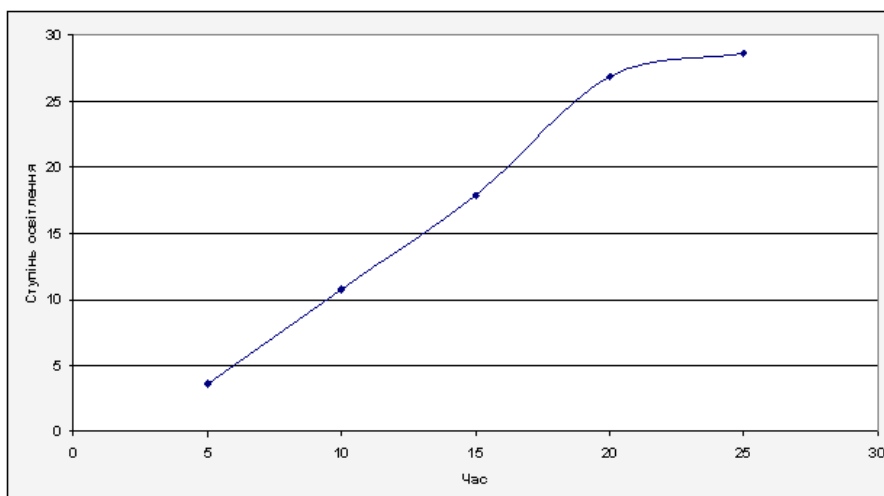


Рис. 4.11. Залежність ступеня освітлення (Z) від часу експозиції(t).

Ефективність озону ґрунтується на взаємодії з усіма сполуками, що входять до складу живих клітин. Розглянуті наукові роботи підтверджують, що озон ефективний не тільки проти мікроорганізмів, але й проти токсинів, що виробляються пліснявими грибами. Графічна залежність життєздатності колоній пліснявих грибів та токсинів, що виробляються пліснявими грибами, при різних режимах обробки представлена на рисунку 4.12 та рисунку 4.13. Обробка озоном з концентрацією вище 0,63 мг/л протягом 1 години знищує всі види мікроорганізмів і токсинів.

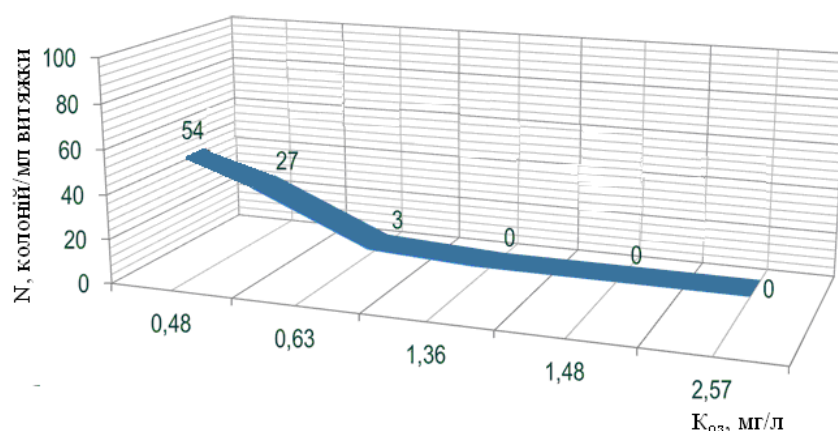


Рис. 4.12. Графічна залежність життєздатності пліснявих грибів від концентрації озону при експозиції 60 хв.

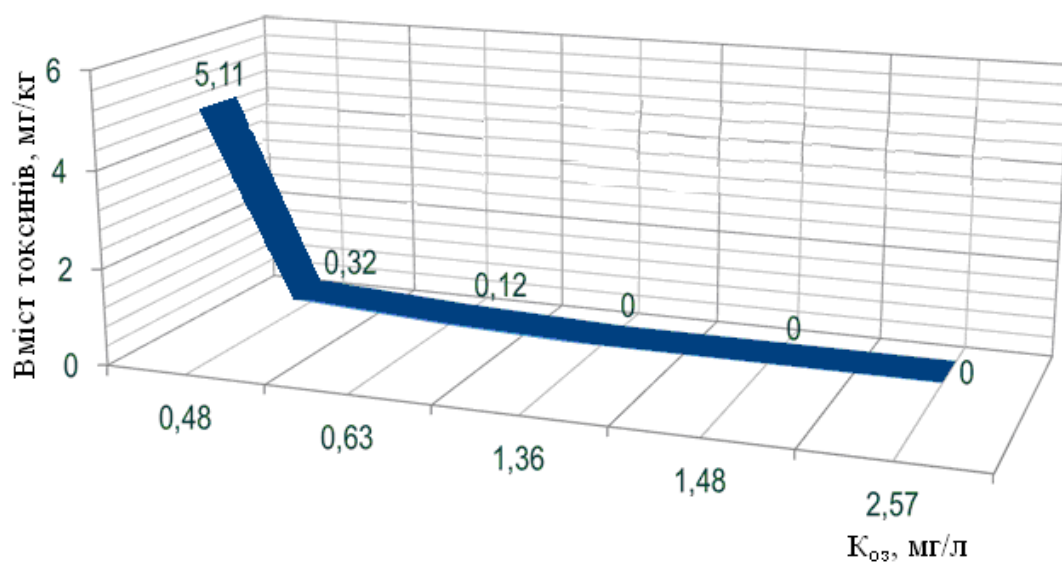


Рис. 4.12. Графічна залежність наявності токсинів в кормах від концентрації озону при експозиції 60 хв.

Озон може ефективно використовуватися в сільськогосподарських процесах інкубації та вирощування птахів.

РОЗДІЛ 5.

ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

6.1 Охорона навколишнього середовища, безпека життєдіяльності

Після завершення реконструкції інкубаторію необхідно виконати такі заходи:

- створення санітарно-пропускного пункту;
- влаштування дезинфікуючого бар'єра для проїзду автотранспорту до інкубаторію;
- своєчасне прибирання інкубаційного та вивідного залів від залишків виводу;

Для повного усунення впливу шкідливих виробничих факторів на обслуговуючий персонал, необхідно забезпечити повного дотримання заходів санітарії, які ґрунтуються на рекомендаціях гігієни праці.

ВКАЗІВКА ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ

Профілактичні перевірки, ремонтні роботи та роботи з технічного обслуговування електричних пристроїв завжди повинні проводитися при відключеному електроживленні!

До роботи з пристроєм допускаються особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки та ознайомлені з цією інструкцією з експлуатації.

Особи, які ознайомлені з цією інструкцією з експлуатації та мають принаймні допуск до роботи в електроустановках не нижче групи III.

За способом захисту від ураження електричним струмом пристрій відповідає класу I.

Опір електричної ізоляції між з'єднувальними вихідними колами каналів керування системою опалення, охолодження та зволоження, колом живлення приладу та корпусом повинен бути не менше 20 МОм при температурі навколишнього середовища 20 ± 5 °C і відносній вологості повітря не більше 80%.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

6.2.Розробка заходів з енергозбереження

1. Організаційні заходи виробництва

1.1. Планування витрат і максимально точний облік електроенергії на усіх можливих установках

1.2. Облік і встановлення витрат електроенергії на одиницю продукції

1.3. Правильна технічна експлуатації електроустаткування.

1.4. Оцінка роботи виробничих підрозділів із економії електроенергії та енергоносіїв

1.5. Організація заходів для агітації в економії електроенергії

1.6. Організація служби з енерговикористання

2. Технічні заходи

2.1. Впровадження систем автоматичного керування максимальною кількістю установок та обладнання

2.2. Правильний підбір двигунів для робочих машин, заміну незавантажених електродвигунів на двигуни меншої потужності, а також встановлення частотних регуляторів.

2.3. Застосування фотоелементів для чергового освітлення в приміщеннях та вуличного освітлення

2.4. Застосування світлодіодних ламп, своєчасна очистка світильників від пилу та бруду.

					<u>02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ</u>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6.

РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Розрахунок економічної ефективності прийнятих рішень

Економічна ефективність від модернізації інкубаторію визначається шляхом порівняння існуючого та реконструйованого варіантів. В проектному інкубаторії передбачено нову систему машин і нові технології інкубації. Нижче наведені показники проектного та існуючого інкубаторію.

Таблиця 6.1

Показники існуючого та проектного інкубаторію

№ п/п	Показники	Існуючий	Проектний
1	2	3	4
1	Кошторисна вартість інкубаторію всього тис. грн.	660	600
2	В тому числі будівля і обладнання	180/60	160/60
3	Валове виробництво продукції	1900 курчат	2100 курчат
4	Кількість працюючого персоналу (280днів/7год)	6	4
5	Витрати на 1 голову за добу (1м3 = 20 коп)	2	2
6	Витрати умовного палива на 1 голову на рік (1ц = 600грн)	2ц	2ц
7	Витрати електроенергії на голову на рік (1кВт/год = 1 грн)	8	6
8	Транспортні витрати по перевезенню кормів на відстані 20 км – 1грн/м км	1грн/м км (8+1,5)%	1грн/м км (24+3)%
9	Амортизація відрахування на ПР-будівлі/обладнання	50грн	50грн

10	Інші прямі витрати на 1 голову Загальновиробничі витрати	28%(3+А,Р)	28%(3+А,Рп)
11	Норма виходу другорядної продукції на 1 місце	2т	2т
12	Реалізаційна ціна 1ц живої продукції	100грн	100грн

Розрахунок:

1. Розрахунок виробничих витрат:

1.1 Витрати на оплату праці це добуток денної тарифної ставки персоналу на кількість відпрацьованих днів, та доплату за різними категоріями від 10% до 39%.

$$З_{осн} = Д_{т.ст} * Д_{роб} * 1,1 * 1,25 * 1,39 * N_{праці} \quad (6.1)$$

де: $Д_{т.ст}$ – денна ставка

$Д_{роб}$ – кількість робочих днів

1,1 – коефіцієнт на доплату – 10%

$N_{праці}$ – норма праці

$$З_{осн1} = 100 * 280 * 1,1 * 1,25 * 1,3977 * 6 = 50826,35 \text{ грн}$$

$$З_{осн2} = 100 * 280 * 1,1 * 1,25 * 1,3977 * 4 = 33884,23 \text{ грн}$$

1.2 Витрати на корма визначаються як добуток кількості голів на норму годування та вартість кормів для однієї птиці.

$$В_{кп1.2} = N * N_{витр} * Ц_{кор.од} + N * O_{вир} * N_{в.к.} \quad (6.2)$$

де N – кількість голів;

$N_{витр}$ – норми витрат, $Ц_{кор.од}$ – в, 30 грн

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

О_{вир} – валове виробництво продукції, становить 1900 в існуючому інкубаторію та 2100 в проектному варіанті

Н_{в.к.} – витрати корму на 1 ц приросту ваги, становлять 10 ц – в існуючому інкубаторію та 9,2ц в проектному

Ц_{к.оп} – вартість 1 ц корму.

$$В_{кп1} = 200 \cdot 10 \cdot 25 + 200 \cdot 20 \cdot 30 = 128470 \text{ грн.}$$

$$В_{кп2} = 200 \cdot 9,2 \cdot 25 + 200 \cdot 20 \cdot 30 = 122654 \text{ грн.}$$

1.12 Загальні витрати:

$$Взаг = Нзаг.в * (31,2 + А \cdot Рп) \quad (6.3)$$

де Нзаг.в – загальновиробничі витрати, 28%

$$Взаг \ 1 = 0,28 * (15826,35 + 28500) = 12411,317 \text{ грн}$$

$$Взаг \ 2 = 0,28 * (13458 + 42540) = 16137,50 \text{ грн}$$

1.13 Вартість вторинної продукції це добуток кількості голів на норму виходу посліду і ціни 1 тони

$$Вдр.пр. = N_{гол} * Нвих * Цпосл \quad (6.4)$$

де Нвих – норма вторинної продукції, 5 т

Цпосл – ціна вторинної продукції, 15 грн

$$Вдр.пр = 200 \cdot 0,5 \cdot 10 = 100000 \text{ грн.}$$

1.14 Загальні витрати на виробництво

$$Взаг_{1,2} = Зосн + Вкп + Ввод + Вен + Впмм + Втр + Він + А \cdot Рп + Взаг.в + Впоч.п - Вдр.пр$$

$$Взаг \ 1 = 33884,23 + 60000 + 350,4 + 7548,6 + 1440 + 2400 + 28500 + 12411,37 = 246678,51 \text{ грн}$$

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Взаг 2 = 33884,23+54000+350,4+7548,6+1440+2400+23750+16137,58 = 226842,2 грн

2. Розрахунок економічно ефективності.

2.1. Собівартість продукції

$$C = B_{\text{заг}} / O_{\text{вир}} \quad (6.5)$$

де: $O_{\text{вир}}$ – валове виробництво продукції, відносно становлять 2560 – існуючий та 2816 – проектний

$B_{\text{заг}}$ – загальні виробничі витрати

$$C1 = 246876,72 / 2560 = 96,4$$

$$C2 = 222910,81 / 2816 = 79,15$$

2.2 Зниження собівартості продукції

$$Зсб = (C1 - C2) / C2 * 100 \quad (6.6.)$$

де: $C1, C2$ – собівартість одиниці продукції

$$Зсб = (96,4 - 79,15) / 96,4 * 100 = 17,89\%$$

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ВИСНОВКИ

Розрахунок комплексу показав, що проектний варіант інкубаторію з економічної точки зору, економічно вигідний. Впровадження проектного інкубаторію приносить економію початкових капіталовкладень, знижується собівартість продукції підвищується продуктивність праці на 10%. Прибуток від реалізації становить 199512,5 грн, строк окупності загальних капіталовкладень становить 1,2 роки. Річний економічний ефект складає 61473,28 грн, підвищується показник фондівдачі на 32,03%. Також необхідно згадати про позитивний вплив на продуктивність інкубаторію запропонованого вдосконалення інкубатору за допомогою встановлення новітнього обладнання. За допомогою цього вдасться суттєво покращити процес інкубації і що не мало важно збільшити їхню кількість. Тому що, як показано вище, вдосконалення інкубатора забезпечує більш точне регулювання параметрів мікроклімату, що дозволяє збільшити кількісні показники інкубації яєць на 10-15%, що є економічно вигідно.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Червінський Л.С., Електричне освітлення та опромінення / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук. – К.: «Аграр Медіа Груп», 2011. – 214 с.
2. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів – Вид. офіц. – К., 2013.
3. Іноземцев Г. Б. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в АПК / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський, М.Т. Лут. – К.: «Аграр Медіа Груп», 2014. – 526 с.
4. Г.Б. Іноземцев Фізико-технологічні та електрофізичні властивості сільськогосподарських продуктів і матеріалів: Навч. Посібник / Г.Б. Іноземцев, Л.С. Червінський, О.М. Берека, О.В. Окушко; За ред.. Г.Б. Іноземцева. 2-е вид., доп. І перероб. – К: Аграр Медіа Груп, – 2012 – 190 с.
5. О.М Берека, “Знезаражуюча обробка води в електричному полі високої напруженості”. / О.М. Берека, С.М. Усенко. – К.: ЦП КОМПРИНТ, 2014 -190с.
6. Alpov R. S. The linear oscillating elektrodrive with improved technology – ecological indictz / R. S. Alpov, N. A Belova, A. M. Pugin // Proceeringz of international scientific-technical conference on Unconventional Electromechanical and Electrotechnical Systems. – Szczecin, 1995. – P. 35 – 40.
7. Pugin A. M. Elaboration of ozonization systems for rendering harmless multiparametrik technological processes with regard for disturbing effects (on the example of poultry breeding technological processes) / A. M. Pugin, V.N. Golovanov // International conference of the european-african-australasian group in conjunction with ecwatech. – M. : Russia, 1998. – P. 467 – 483.

					02.02-БКР.2607«С».2025.10.30.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69