

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а
до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення технологічної лінії збору та обробки
яєць на промисловій птахофермі**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-3-22
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Мирошник Дмитро Геннадійович

Керівник: _____ Івлєв Віталій Володимирович

Рецензент: _____ Луц Павло Михайлович

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«05» травня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Мирошнику Дмитру Геннадійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічної лінії збору та обробки яєць на промисловій птахофермі

керівник проєкту Івлєв Віталій Володимирович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «05» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Сучасний стан галузі промислового птахівництва в Україні та наявних технологій збору і обробки яєць. Патентний пошук, аналіз наукових публікацій і останніх досліджень за обраним напрямом.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика птахівництва. 2. Проєктування лінії збору та обробки яєць. 3. Удосконалення яйцемийної машини. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Економічна ефективність проєкту. Висновки та пропозиції до проєкту. Бібліографія. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Технологічна схема лінії (A1). 2. План-розріз пташника (A1). 3. Загальний вигляд лінії первинної обробки яєць (A1). 4. Складальне креслення вузла мийної машини (A1). 5. Деталювання (A1). 8. Економічна ефективність проєкту (A1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Івлєв В.В., доцент	05.05.26	12.06.26
нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент	12.06.26	

7. Дата видачі завдання: «05» травня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 12.05.2026 р.	виконано
2	Технологічний	до 19.05.2026 р.	виконано
3	Конструкційний	до 26.05.2026 р.	виконано
4	Охорона праці	до 02.06.2026 р.	виконано
5	Економічний	до 09.06.2026 р.	виконано
6	Графічна частина	до 12.06.2026 р.	виконано

Студент

(підпис)

Мирошник Д.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Івлєв В.В.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Мирошник Д.Г. Удосконалення технологічної лінії збору та обробки яєць на промисловій птахофермі / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У дипломному проєкті розглянуто питання удосконалення технологічної лінії збору та обробки яєць на промисловій птахофермі. Проаналізовано сучасний стан галузі птахівництва, існуючі технології утримання курей-несучок, зоотехнічні вимоги до процесу збору й первинної обробки яєць. Обґрунтовано технологічну схему лінії, яка передбачає збір, миття, сушіння, овоскопування, сортування, маркування, пакування, зберігання та транспортування яєць.

У роботі запропоновано удосконалення яйцемийної машини шляхом встановлення м'якої верхньої щітки-притискача, бокових еластичних напрямних, бокових мийних щіток, пружинно-регульовального механізму та лотка для стікання мийного розчину. Запропоноване рішення спрямоване на зменшення механічних пошкоджень шкаралупи, стабілізацію положення яєць у мийній камері та підвищення якості їх очищення.

Розглянуто питання охорони праці під час експлуатації лінії збору та обробки яєць. Проведено розрахунок економічної ефективності проєкту, який підтвердив доцільність увпровадження запропонованого удосконалення.

Ключові слова: промислова птахоферма, кури-несучки, яйця, технологічна лінія, яйцемийна машина, мийна камера, щітка-притискач, еластична напрямна, овоскопування, економічна ефективність.

ЗМІСТ

Вступ.....	Ошибка! Закладка не определена.
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПТАХІВНИЦТВА	11
1.1. Сучасний стан галузі промислового птахівництва в Україні	11
1.2. Аналіз існуючих технологій утримання промислового стада курей-несучок.....	17
1.3. Умови утримання птахів	22
1.4. Вибір та обґрунтування теми проєкту	24
1.5. Висновки	25
2 ПРОЄКТУВАННЯ ЛІНІЇ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ЯЄЦЬ	27
2.1. Актуальність питання	27
2.2. Вихідні дані до проєктування, зоотехнічні вимоги	28
2.3. Постановка завдання на проєктування.....	30
2.4. Обґрунтування технологічної схеми лінії збору та обробки яєць	31
2.5. Визначення продуктивності технологічної лінії збору та обробки яєць.....	35
2.6. Вибір машин для виконання технологічних операцій, визначення їх кількості та опис їх роботи	36
2.7. Організація технічного обслуговування лінії збору та обробки яєць на птахофермі	39
2.8. Визначення основних експлуатаційних показників лінії збору та обробки яєць.....	43
2.9. Висновки	46
3 УДОСКОНАЛЕННЯ ЯЙЦЕМИЙНОЇ МАШИНИ	48
3.1. Обґрунтування важливості питання	48
3.2. Вихідні дані	49
3.3. Стан питання і постановка завдання на проєктування	50
3.4. Розробка варіанту удосконалення	53
3.5. Розрахунок параметрів удосконаленого вузла яйцемийної машини ..	57
3.6. Висновки	60
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	63
4.1. Аналіз стану охорони праці в господарстві	63

4.2. Вимоги безпеки праці оператора яйцескладу при первинній обробці яєць.....	65
4.3. Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в господарстві.....	68
4.4. Висновки	71
5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ	72
5.1. Розрахунок економічної ефективності	72
5.2. Висновки	74
Висновки та пропозиції до проєкту	76
Бібліографія	Ошибка! Закладка не определена.
Додатки	81

ВСТУП

Птахівництво є однією з провідних галузей агропромислового комплексу України, що забезпечує населення цінними продуктами харчування, зокрема м'ясом птиці та яйцями. Виробництво харчових яєць має важливе соціально-економічне значення, оскільки ця продукція характеризується високою поживною цінністю, доступністю для споживачів і стабільним попитом на внутрішньому та зовнішньому ринках. Незважаючи на складні умови функціонування аграрного сектору, пов'язані з воєнним станом, руйнуванням виробничих потужностей, ускладненням логістики та зростанням вартості енергоносіїв, галузь птахівництва зберігає тенденції до відновлення та подальшого розвитку.

Одним із головних напрямів підвищення ефективності виробництва яєць є удосконалення технологічних процесів їх збору, транспортування та первинної обробки. На промислових птахофермах яйця проходять значну кількість операцій: збір із кліткових батарей, транспортування до яйцескладу, миття, сушіння, овоскопування, сортування, маркування, пакування, зберігання та подальше транспортування. Якість виконання цих операцій безпосередньо впливає на товарний вигляд продукції, її санітарний стан, збереженість і економічні показники виробництва.

Особливо важливим етапом технологічного процесу є первинна обробка яєць, під час якої вони очищуються від забруднень, проходять контроль якості та готуються до реалізації. При цьому яйце є крихким біологічним продуктом, шкаралупа якого легко пошкоджується під дією ударів, вібрацій, надмірного тиску або неправильного переміщення між елементами обладнання. Навіть незначний відсоток бою яєць на великих промислових підприємствах призводить до відчутних економічних втрат.

Аналіз існуючих технологічних ліній показує, що одним із проблемних місць є мийна секція, у якій яйця контактують із роликовим транспортером, щітками, напрямними елементами та мийним розчином. За недостатньої стабілізації положення яєць у робочій зоні можливе їх бокове

зміщення, нерівномірне обертання, зіткнення між собою або з жорсткими деталями машини. Це може спричинити появу мікротріщин, збільшення бою та зниження якості готової продукції. У пояснювальній записці також визначено, що технологічна схема обробки включає миття, сушіння, овоскопування, сортування, маркування, пакування, холодильне зберігання та транспортування харчових яєць у шкаралупі без їх розбивання.

Актуальність теми дипломного проєкту полягає в необхідності підвищення ефективності роботи технологічної лінії збору та обробки яєць шляхом удосконалення окремих вузлів обладнання, що забезпечують більш делікатне переміщення продукції, зменшення механічних пошкоджень і покращення якості первинної обробки. З урахуванням цього обрано тему дипломного проєкту: «Удосконалення технологічної лінії збору та обробки яєць на промисловій птахофермі».

Метою дипломного проєкту є підвищення ефективності технологічної лінії збору та обробки яєць на промисловій птахофермі шляхом удосконалення яйцемийної машини, зменшення механічного пошкодження яєць і покращення якості їх первинної обробки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: проаналізувати сучасний стан галузі птахівництва та виробництва яєць в Україні; розглянути існуючі технології утримання курей-несучок і зоотехнічні вимоги до процесу збору та обробки яєць; обґрунтувати технологічну схему лінії збору й обробки яєць; визначити продуктивність технологічної лінії та підібрати необхідне обладнання; проаналізувати роботу яйцемийної машини та визначити її проблемні місця; розробити варіант конструктивного удосконалення мийного вузла; оцінити питання безпеки праці під час експлуатації лінії; визначити економічну ефективність запропонованого рішення.

Об'єктом дослідження є технологічна лінія збору та обробки яєць на промисловій птахофермі.

Предметом дослідження є процес миття і переміщення яєць у мийній секції технологічної лінії, а також конструктивні елементи, що впливають на стабільність руху яєць і рівень їх механічного пошкодження.

У дипломному проєкті запропоновано удосконалити яйцемийну машину шляхом встановлення м'якої верхньої щітки-притискача, бокових еластичних напрямних, бокових мийних щіток, пружинно-регульовального механізму та лотка для стікання мийного розчину. Таке конструктивне рішення дає змогу стабілізувати положення яйця під час проходження через мийну камеру, зменшити поперечне зміщення, забезпечити більш м'який контакт із робочими органами та підвищити якість очищення шкаралупи.

Практичне значення роботи полягає в можливості використання запропонованого удосконалення для модернізації існуючих яйцемийних машин без повної заміни обладнання. Це дозволяє зменшити втрати продукції від бою, покращити санітарний стан і товарний вигляд яєць, підвищити надійність роботи технологічної лінії та забезпечити економічний ефект від впровадження модернізації.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПТАХІВНИЦТВА

1.1. Сучасний стан галузі промислового птахівництва в Україні

Сектор тваринництва посідає важливу позицію в аграрній системі економіки України. Його розвиток є ключовим чинником забезпечення продовольчої стабільності, підтримання стійкого соціально-економічного розвитку країни та вагомим джерелом експортного потенціалу сільськогосподарської продукції. Унаслідок бойових дій, за попередніми розрахунками, було втрачено близько 15–20 % поголів'я великої рогатої худоби, свиней і птиці. Станом на сьогодні тваринницька галузь формує приблизно 30–35 % загального обсягу агропромислового комплексу. Близько десяти років тому сільгоспвиробники планували досягти щорічного виробництва на рівні 10 млн тонн м'яса та 25 млн тонн молока. Проте реалізувати ці цілі до початку війни не вдалося з низки причин. У період повномасштабної агресії аграрна сфера України зазнала значних прямих втрат, які перевищують 10 мільярдів доларів. Зокрема, тимчасова окупація, бойові дії, руйнування та ліквідація господарств, а також поширення захворювань спричинили істотне скорочення чисельності тварин, що негативно вплинуло на всі напрями галузі — птахівництво, свинарство та розведення великої рогатої худоби.

Галузь птахівництва в Україні впродовж останніх років зіткнулася з низкою серйозних випробувань, пов'язаних із повномасштабною війною, ускладненням логістики, трансформацією споживчих уподобань та зростанням виробничих витрат. Незважаючи на ці фактори, вона продовжує активно розвиватися, поступово відновлюючи втрачені позиції довоєнного періоду та розширюючи свою присутність на зовнішніх ринках.

Птахівництво є складовою аграрного виробництва, основною метою якого виступає розведення, вирощування та утримання птиці із застосуванням сучасних технологій годівлі, механізації й автоматизації процесів, а також проведення ветеринарних заходів для отримання

відповідної продукції. Ця галузь вважається однією з найбільш швидкоокупних у тваринництві, оскільки за відносно невеликих витрат праці та кормів дозволяє в короткі строки отримувати продукцію високої якості. Вона знаходить застосування не лише у харчовій сфері, а й у парфумерній, мікробіологічній галузях та медицині. Продукти птахівництва, зокрема яйця та м'ясо, користуються значним попитом як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, а їх відносно доступна вартість визначає важливу роль галузі як постачальника цінних харчових ресурсів тваринного походження.

Активне зростання цієї сфери в Україні пояснюється низкою причин, серед яких особливо виділяється короткий період окупності інвестицій і стабільне підвищення попиту на продукцію. Якщо розглядати регіональну структуру, то у 2021 році найбільша частка виробництва сільськогосподарської продукції припадала на Вінницьку область (8,3%), Дніпропетровську область (6,2%) та Черкаську область (6%). Понад 5,5% забезпечували Полтавська область (5,9%), Київська область (5,7%) і Хмельницька область (5,6%). У межах 4,5–5,4% перебували Кіровоградська область (5,2%), Харківська область (5,2%), Одеська область (4,7%) та Чернігівська область (4,6%). Значну частку у структурі тваринницької продукції займає м'ясо, при цьому частка м'яса птиці серед усіх видів упродовж 2015–2022 років становила 40–48% [3].

На функціонування регіональних ринків впливає низка зовнішніх чинників. До неконтрольованих належать кліматичні зміни, що визначають урожайність зернових культур — основи кормової бази, демографічні процеси, а також військова агресія. Водночас існують фактори, які частково регулюються державою: інвестиційна й кредитна політика, зростання вартості палива, електроенергії та комунальних послуг, податкові зміни, рівень доходів населення, обсяги імпорту, а також загальна економічна та фінансова нестабільність.

Як і інші напрями аграрного сектору, птахівнича галузь зазнала суттєвого впливу повномасштабної війни. На початку березня 2022 року через дії російських військ була знищена та розграбована найбільша в Європі птахофабрика «Чорнобаївська», розташована у Херсонській області, внаслідок чого загинуло приблизно 4,4 млн. курей. Загальний обсяг збитків підприємство оцінило у 12 млрд грн, а втрату такого масштабу поголів'я кваліфікує як прояв екоциду. У жовтні того ж року внаслідок ракетних обстрілів у Полтавській області постраждало ще одне підприємство: один пташник було повністю зруйновано, ще два отримали пошкодження. Також припинили роботу або залишилися на окупованих територіях такі підприємства, як Птахофабрика «Фенікс», Маріупольська птахофабрика, Куйбишевська птахофабрика, Татіс та інші. У результаті було втрачено близько 20 % промислових потужностей виробництва яєць, що призвело до різкого підвищення оптових цін на цю продукцію у вересні–жовтні 2022 року.

За інформацією Українського клубу аграрного бізнесу (УКАБ), станом на травень 2023 року загальна чисельність свійської птиці в господарствах усіх форм власності становила 176,6 млн. голів, що на 10,4 млн. більше порівняно з аналогічним періодом попереднього року. При цьому частка промислового сектору досягає близько 61% [1]. Упродовж перших шести місяців 2025 року в Україні було вироблено 5,93 млрд яєць, що перевищує показник аналогічного періоду минулого року на 4,4 % [2].

У частині зовнішньої торгівлі, протягом першого півріччя 2025 року Україна загалом експортувала агропродовольчі товари на суму 12,4 млрд. доларів, що перевищує показник відповідного періоду минулого року на 5%. У межах цього обсягу за кордон було поставлено 226 тис. тонн м'яса птиці, загальна вартість якого склала 463 млн. доларів.

Україна входить до кола провідних європейських виробників продукції птахівництва. За інформацією Держстату та галузевих об'єднань, річні обсяги виробництва (переважно курятини) становлять приблизно 1,2–

1,3 млн. тонн у забійній масі. Незважаючи на воєнні умови, сектор демонструє поступове зростання: за прогнозами на 2026 рік очікується приріст близько 0,4 %, однак повернення до довоєнних показників можливе орієнтовно не раніше 2028 року за середньорічного темпу близько 1,1 %.

Ключовим напрямом збуту залишається ринок Європейського Союзу, водночас активні поставки здійснюються до держав Близького Сходу та Азії. Вітчизняні підприємства поступово нарощують експортні обсяги, завдяки чому показники наближаються до рівня, що передував повномасштабному вторгненню.

Така тенденція свідчить про стійкість галузі та формує перспективи її подальшого зміцнення на міжнародному рівні. Серед основних напрямів розвитку варто відзначити впровадження сучасних технологій і технічне оновлення, зростання внутрішнього споживання із підвищенням вимог до якості, розширення географії експорту та збереження інвестиційної привабливості.

У структурі експорту переважають охолоджене та свіже м'ясо, заморожена продукція й різноманітні напівфабрикати, при цьому поступово збільшується частка органічних і фермерських товарів. У 2025 році обсяги експорту м'яса птиці зросли на 5,7 % порівняно з 2024 роком і досягли 448,8 тис. тонн, тоді як валютна виручка підвищилася на 20,4 %. Це пов'язано зі змінами цінової кон'юнктури та трансформацією асортименту. Основну частку становить курятина, проте спостерігається збільшення питомої ваги індичого м'яса.

Під час війни змінилася й географія поставок: продукція експортується як до сусідніх країн, так і до регіонів Далекого Сходу, Перської затоки та ЄС. Провідними імпортерами залишаються Нідерланди (18,2%), Саудівська Аравія (13,1%) і Словаччина (10%), а також Ірак (7,8%). Значну роль почала відігравати й Велика Британія, яка активізувала закупівлі.

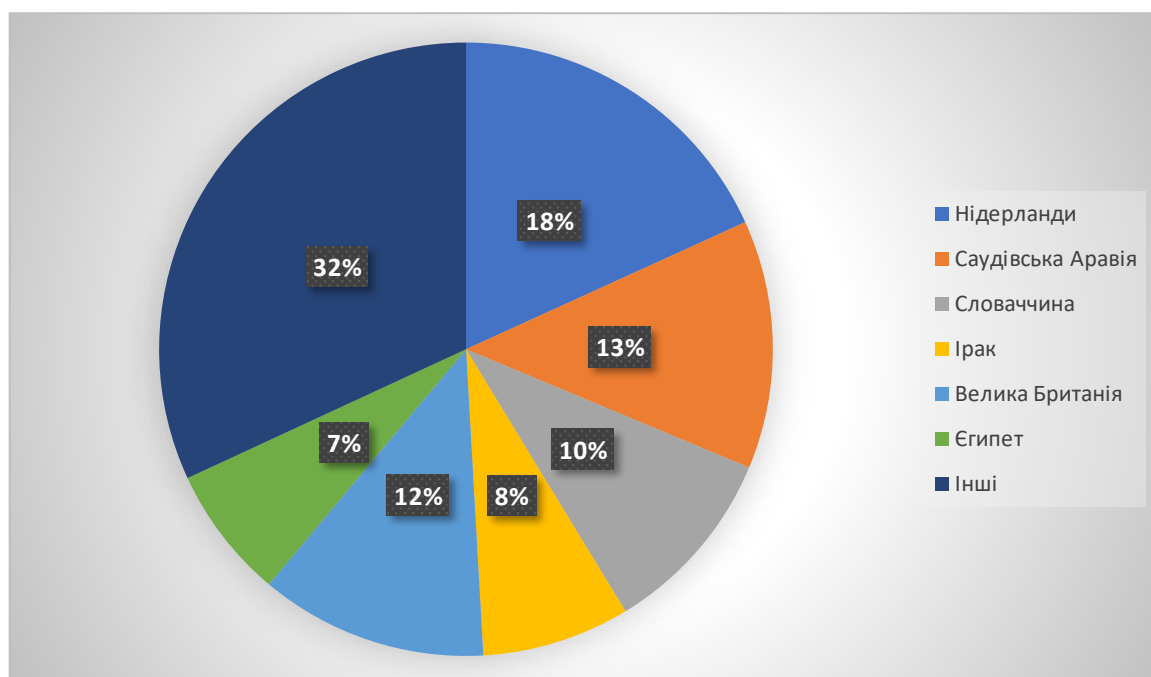


Рисунок 1.1 – Діаграма основних покупців курятини

Зростання експорту підтверджує конкурентоспроможність української продукції на світових ринках та ефективність діяльності виробників. Розширення каналів збуту й підвищення попиту свідчать про відповідність продукції міжнародним стандартам якості. Аналітики розглядають ці показники як позитивний сигнал для залучення інвестицій і подальшого розвитку експортного потенціалу.

З огляду на те, що продукція птахівництва є швидкопсувною, особливого значення набуває дотримання холодового ланцюга — контроль температурних режимів під час зберігання, транспортування та митного оформлення. Найефективнішими вважаються комбіновані логістичні маршрути із використанням автомобільного й залізничного транспорту та портової інфраструктури Чорного моря.

У 2025 році виробництво яєць в Україні досягло 11,6 млрд штук, що на 1,8 % більше, ніж роком раніше. Із них 6,1 млрд було отримано на промислових підприємствах (зростання на 7 %), включно з 228,4 млн. у фермерських господарствах. Домогосподарства забезпечили 5,5 млрд штук, що на 3,5 % менше, ніж у попередньому році. Очікується, що у 2026 році промисловий сегмент продовжить відновлення з приростом на рівні 5–6 %.

Паралельно розвивається виробництво продуктів переробки яєць: великі компанії, зокрема Агрохолдинг «Авангард», розширюють випуск не лише столових яєць, а й сухих і рідких яєчних сумішей. Це сприяє формуванню високотехнологічного сегмента галузі та відкриває нові можливості для експорту.

У 2025 році експорт яєць зріс на 59,4 % у фізичному вимірі — до 77,8 тис. тонн, тоді як вартість поставок підвищилася на 22,5 % і досягла 74,5 млн. доларів. У січні–травні 2026 року спостерігалось подальше зростання: обсяги збільшилися на 85,4 % і становили 52,1 тис. тонн.

Водночас експорт яєчних продуктів (код 0408) у 2025 році знизився: обсяг поставок склав 8,67 тис. тонн (–12,1%), а виручка — 33,3 млн доларів (–15,3%). Основним ринком збуту залишається ЄС, на який припадає понад 70 % експорту. Частка країн Близького Сходу поступово скорочується через конкуренцію з боку інших постачальників.

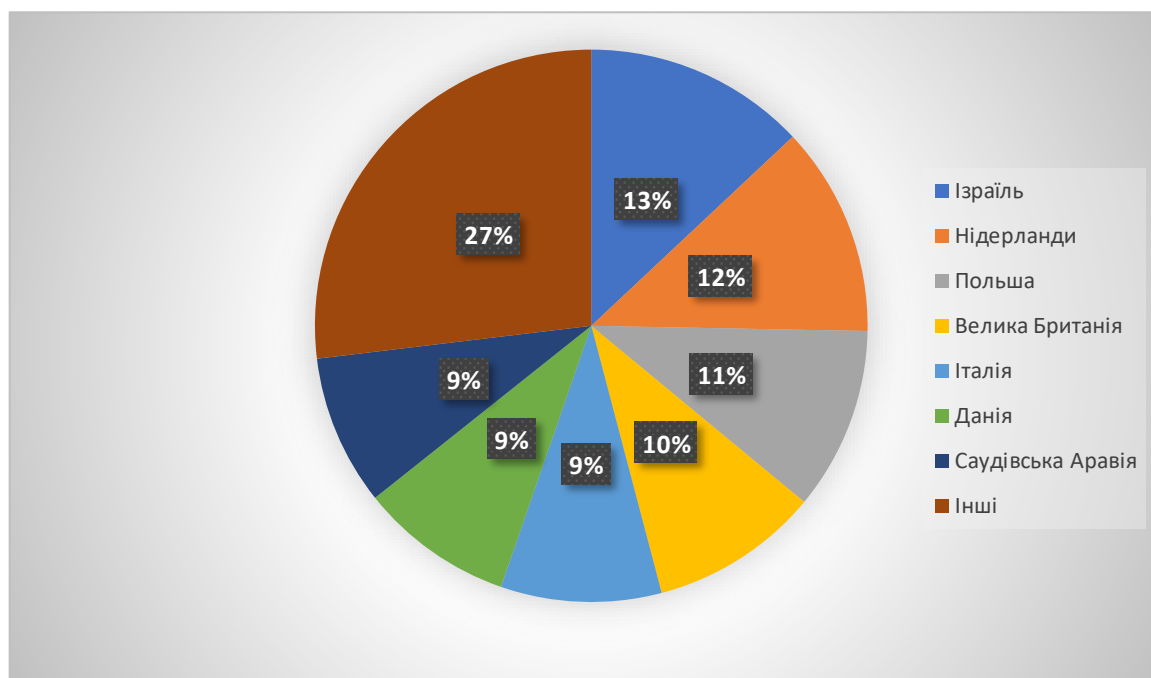


Рисунок 1.2 – Діаграма основних покупців яєць

Серед найбільших імпортерів яєць у 2025 році були Ізраїль (13,0 %), Нідерланди (12,3 %), Польща (10,7 %) та Італія (9,4 %). Найбільшими споживачами яєчних продуктів були Італія, Латвія, Чехія та Данія. Також значні поставки здійснювалися до Румунія, Австрія, Саудівська Аравія,

Нідерланди та Філіппіни. У 2026 році активніше освоюються нові ринки, зокрема Велика Британія, частка якої у січні–травні досягла 9,9 %.

Загалом птахівництво залишається важливою складовою агропромислового комплексу України, демонструючи відносну стійкість навіть у складних умовах. Країна стабільно входить до десятки найбільших експортерів м'яса птиці у світі, а основними ринками збуту виступають ЄС, держави Близького Сходу, Азії та Африки. Попри труднощі, пов'язані з логістикою, руйнуванням інфраструктури та зростанням витрат, великі виробники адаптувалися до нових умов і навіть посилили свої позиції на міжнародних ринках. Інвестиційні можливості у галузі зберігаються вже сьогодні, проте значна частина експертів вважає доцільним активніше розширювати вкладення після стабілізації ситуації в країні.

1.2. Аналіз існуючих технологій утримання промислового стада курей-несучок

В Україні нині застосовують два основні способи утримання птахів: клітковий і підлоговий. Перший передбачає розміщення поголів'я у клітках, об'єднаних у батареї, де виконуються всі технологічні операції з обслуговування. Другий спосіб полягає в утриманні птиці на підстилці, розміщеній на підлозі, із використанням спеціалізованого обладнання, наприклад комплектів типу ОПБ виробництва ВАТ «Ніжинсільмаш».

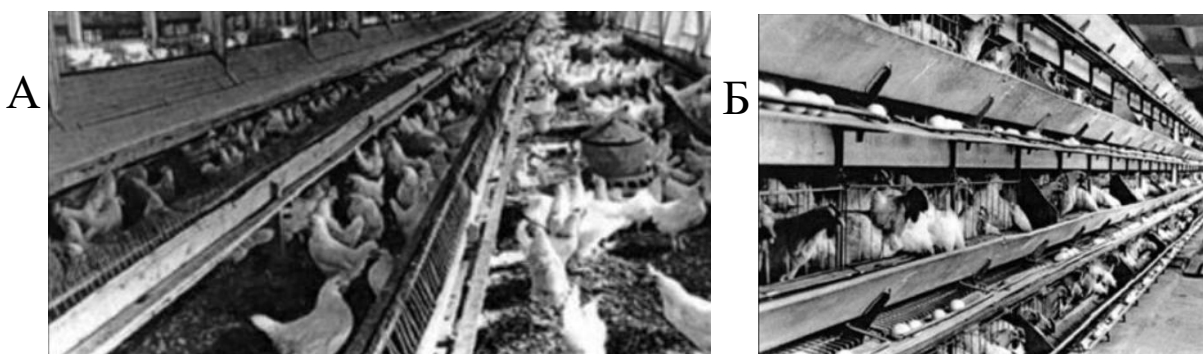


Рисунок 1.3 – Способи утримання птиці: А – підлоговий; Б – клітковий

Порівнюючи ці підходи, варто зазначити, що кліткова система забезпечує вищу щільність розміщення птиці та більший вихід продукції з одиниці площі. Вона також дозволяє широко впроваджувати механізацію й автоматизацію процесів, включно зі збором яєць. Єдиною операцією, що залишається немеханізованою, є посадка та вилучення птиці з кліток. З огляду на те, що період використання курки-несучки становить близько одного року, ця операція виконується лише раз на рік. Для бройлерів ситуація інша: тривалість їх вирощування становить приблизно 42 доби, що означає зміну поголів'я 6–6,5 разів щорічно. За цей час маса птиці інтенсивно зростає — від 32–40 г у добовому віці до 2,0–2,5 кг, що потребує адаптації конструкції кліток або періодичного переміщення птиці відповідно до її розмірів.

З цієї причини кліткову технологію здебільшого застосовують у виробництві харчових яєць — для утримання курей-несучок і вирощування ремонтного молодняку, тоді як підлогова система переважає у виробництві м'яса бройлерів і утриманні батьківського стада.

Однією з ключових переваг кліткового способу є можливість розміщення кліток у кілька ярусів, що підвищує ефективність використання площі пташника. У традиційних батареях кількість ярусів обмежується чотирма через складність забезпечення належного мікроклімату. Сучасні конструкції, зокрема системи типу EUROVENT від фірми Big Dutchman (Рисунок 1.4), оснащені вбудованими повітропроводами, що дозволяє збільшувати кількість ярусів до дванадцяти без погіршення умов утримання.

Подальшим етапом розвитку є кліткові батареї типу UNIVENT (Рисунок 1.5) тієї ж компанії. Вони передбачають не лише індивідуальну вентиляцію кожного ярусу, а й підсушування посліду безпосередньо на транспортерах. За інформацією виробника, це сприяє зменшенню викидів аміаку в приміщенні, що позитивно впливає на санітарно-гігієнічні умови утримання птиці.

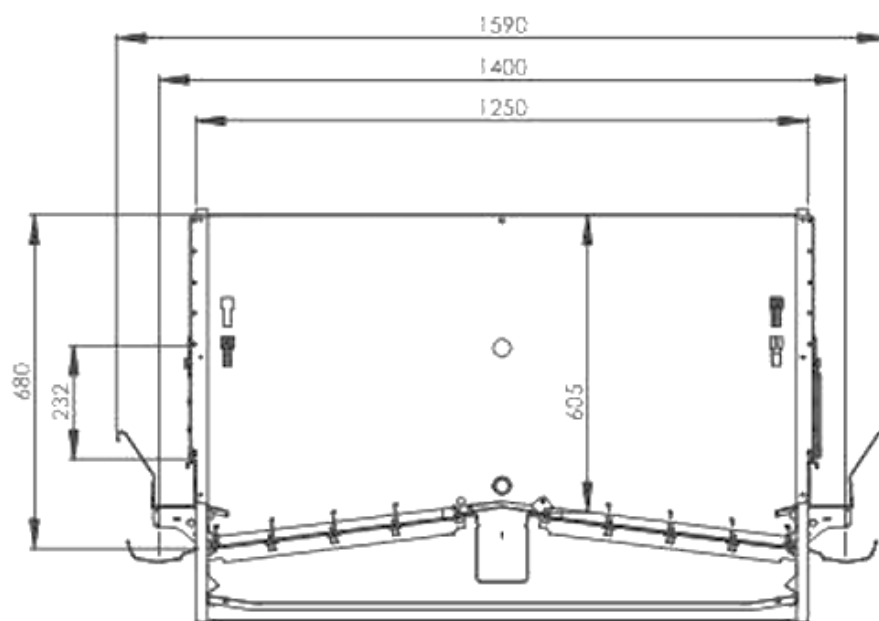


Рисунок 1.4 – Поперечний перетин клітки EUROVENT

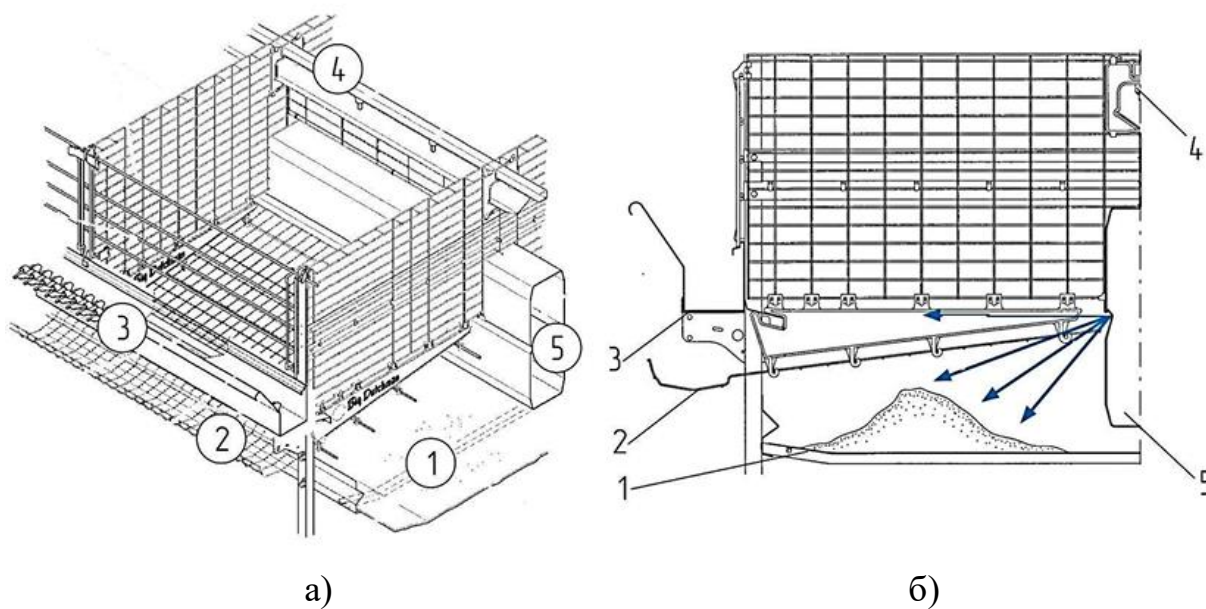


Рисунок 1.5 – Схематичне зображення (а) та поперечний розріз (б) клітки типу UNIVENT включають такі основні елементи: 1 — стрічковий транспортер для видалення посліду; 2 — жолоб для збору яєць; 3 — кормовий канал із ланцюговою системою подачі корму; 4 — ніпельні автоматичні поїлки; 5 — система повітропроводів.

Близько десяти років тому клітковий метод утримання курей-несучок був домінуючим у більшості розвинених держав. Проте останнім часом у багатьох країнах посилюється тенденція до відмови від такого підходу через його невідповідність принципам гуманного поводження з тваринами, а в окремих державах його вже заборонено на законодавчому рівні. Зокрема, у Швейцарії така заборона діє понад два десятиліття. Відповідно до Директиви ЄС 1999/74/ЄС від 19 липня 1999 року, у країнах Європейського Союзу припинено використання традиційних кліткових батарей («conventional» або «battery cages»), оскільки вони не забезпечують реалізацію природної поведінки птиці. Для нових інвестиційних проєктів це обмеження запроваджено з 1 січня 2003 року, а для вже встановленого обладнання — з 1 січня 2012 року. Як перехідний варіант було запропоновано застосування так званих «збагачених» або «оснащених» кліток.

Такі кліткові системи повинні відповідати вимогам щодо покращення умов утримання птиці. Вони оснащуються сідалами, гніздами з м'яким покриттям, елементами з підстилкою або її імітацією, а також пристроями для сточування кігтів. При цьому мінімальна площа на одну курку має становити не менше 600 см² (у традиційних клітках — 400–550 см² залежно від кросу), а для зони гнізда та підстилки передбачено додатково щонайменше 150 см². Окремо встановлено вимогу щодо мінімальної чисельності птиці в одній клітці — не менше семи голів.

У наукових і практичних дослідженнях, зокрема роботах нідерландського спеціаліста Пітера ван Хорна, наведено економічні показники різних технологій утримання курей-несучок, що дозволяє оцінити їх ефективність (Таблиця 1.1).

Надалі в країнах ЄС планується повністю відмовитися від кліткових систем, віддаючи перевагу альтернативним технологіям: підлоговому утриманню (на підстилці або сітчастій підлозі), багатоярусним підлоговим системам, вільному виходу та органічному виробництву.

Таблиця 1.1 – Собівартість виробництва яєць залежно від різних технологій утримання птиці

Найменування показників	Спосіб утримання	
	У традиційних клітках	У «збагачених» клітках
Норма площі на голову, см ² /гол.	450	750
Щільність посадки птиці в пташнику, гол./м ²	30	17
Кількість птиці, що обслуговується одним працівником, гол.	50000	45000
Потреба в капіталовкладеннях, Euro/птахомісце всього,	17,6	27,9
у т.ч.: в обладнання	10,7	15,7
будівельну частину	6,9	12,2
Споживання корму, г/гол. за добу	111	114
Витрати на утримання однієї несучки (Euro)	14,17	15,93
Собівартість одного яйця, Euro cent	4,4	5,0 (12 %)

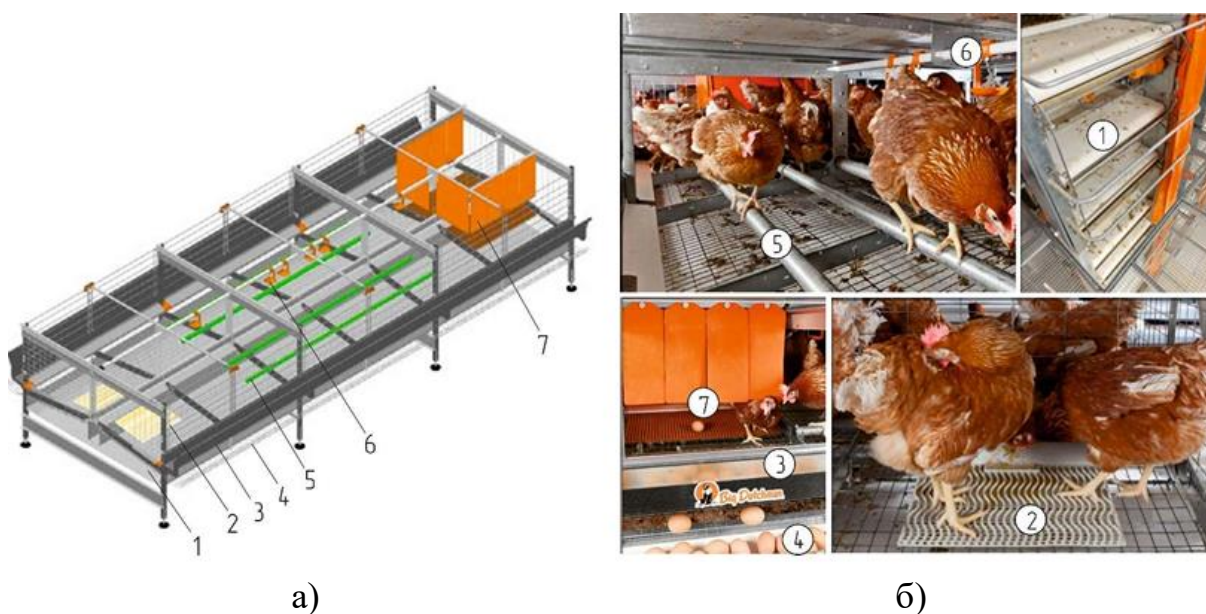


Рис.1.6 – Схема (а) та загальний вигляд (б) «збагаченої» клітки: 1 – стрічковий транспортер видалення посліду; 2 – килимок (імітація підстилки); 3 – годівниця; 4 – транспортер яйцезбору; 5 – сідало; 6 – автонапувалка; 7 – гніздо з м'яким килимком

1.3. Умови утримання птахів

У 2021 році в Україні було затверджено наказ №224, який регулює питання благополуччя курей-несучок. Документ охоплює як базові вимоги, зокрема щодо освітлення та рівня шуму, так і норми, якими виробники часто нехтують, зокрема щільність посадки птиці та правила кліткового утримання в альтернативних системах. Хоча наказ уже діє протягом п'яти років, перехід на нові стандарти передбачено з 2026 року. Варто зазначити, що значна частина кліткового обладнання, яке нині використовується в Україні, не відповідає європейським вимогам, тому актуальним є питання відповідності птахоферм сучасним стандартам.

У країнах Європейського Союзу застосовується чотири категорії маркування яєць залежно від способу утримання птахів: органічне виробництво (№ 0), вільний вигул (Free-range, № 1), утримання в пташнику на підстилці (Barn, № 2) та утримання в покращених клітках (Cage, № 3).

Таблиця 1.2 – Вимоги до утримання птиці для різних категорій яєць

Категорія яєць, №	3	2	1	0
Площа на гол	750 см ² /гол	9 гол/м ²	9 гол/м ²	6 гол/м ²
Голів на м ² гнізда	120	120	120	83,3
Фронт годування см/гол	10	10	10	10
Голів на ніпель	10	10	10	10
Довжина настилу на гол.	15	15	15	18
Підстилка	Немає	1/3 приміщ.	1/3 приміщ.	1/3 приміщ.
Площа підстилки на гол., см ²	Немає	250	250	250
Максимально ярусів	4	4	4	4
Вільний випас, м ²	Немає	Немає	4	4
Отвір для випасу	-	-	2 м на 1000 гол	4 м на 100 м приміщ.

Кожен із цих способів має встановлені нормативи. Наприклад, при системах утримання №1 і №2 допускається розміщення до 9 курей на 1 м² площі, тоді як у покращених клітках на одну голову передбачено близько 750 см².

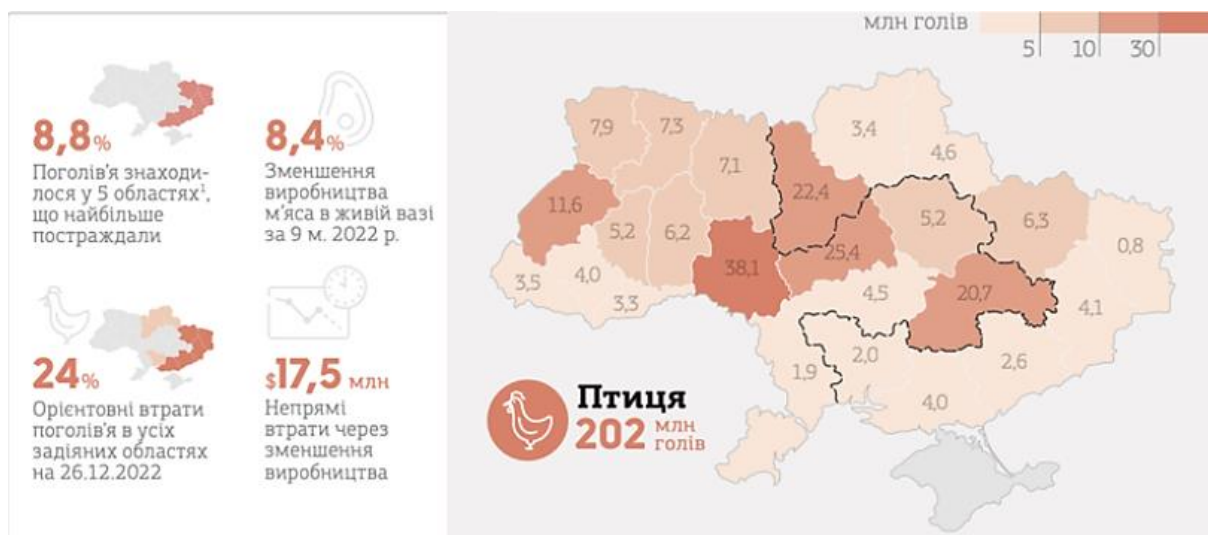


Рисунок 1.7 – Структура поголів'я птиці в Україні

Згідно з дослідженнями 2019 року, у країнах ЄС близько половини курей-несучок (майже 50 %) утримувалися в покращених клітках, 32,5 % — у пташниках на підстилці, 11,8 % — у системах вільного виходу, а 6,2 % — в органічному виробництві.

Після підписання Угоди про асоціацію з ЄС Україна взяла на себе зобов'язання гармонізувати національне законодавство з європейськими нормами. У зв'язку з цим вітчизняні птахівничі підприємства повинні модернізувати свої виробничі потужності відповідно до обраної системи утримання курей-несучок до 1 січня 2026 року — дати набрання чинності відповідного наказу. Водночас ключовою проблемою залишається висока вартість таких змін. Попри те, що впровадження європейських стандартів вважається більш ефективним і доцільним, витрати є значними: орієнтовна ціна одного птахомісця при використанні обладнання для покращених кліток (№ 3) становить близько 10–12 євро, тоді як для підлогового утримання на підстилці (№ 2) — приблизно 12–14 євро.

Від моменту ухвалення наказу №224 в Україні минуло майже п'ять років, однак лише окремі підприємства перейшли на нові системи утримання птахів. При цьому слід враховувати, що вже три роки країна

перебуває у стані війни, а виробничі потужності тваринництва регулярно зазнають руйнувань.

Водночас у країнах ЄС впровадження подібних стандартів тривало близько десяти років і супроводжувалося суттєвою фінансовою підтримкою з боку держав. В Україні ж така допомога для птахівників наразі відсутня, тому вони можуть покладатися лише на державні чи міжнародні гранти, а також на програми кредитування.

1.4. Вибір та обґрунтування теми проєкту

Аналіз сучасного стану галузі птахівництва в Україні показує, що вона є однією з ключових складових агропромислового комплексу та має значний потенціал розвитку, незважаючи на складні економічні та воєнні умови. Водночас підвищення ефективності виробництва продукції птахівництва безпосередньо пов'язане з рівнем механізації та автоматизації технологічних процесів, зокрема процесів збору, транспортування та обробки яєць.

Як було встановлено в попередніх підрозділах, продукція птахівництва, зокрема яйця, є швидкопсувною, що потребує дотримання безперервного технологічного ланцюга від моменту знесення до кінцевої обробки та реалізації. При цьому особливу роль відіграє якість роботи систем збору яєць, оскільки саме на цьому етапі виникають значні втрати продукції внаслідок механічних пошкоджень, забруднення та порушення умов транспортування.

На сучасних птахофермах широко застосовуються автоматизовані системи яйцезбору, які входять до складу кліткових батарей (наприклад, типу UNIVENT або EUROVENT). Однак існуючі технологічні лінії мають ряд недоліків, серед яких:

- підвищений рівень бою яєць при транспортуванні;
- недостатня плавність переміщення продукції;
- обмежена ефективність систем сортування та обробки;

- втрати якості продукції через несвоєчасне охолодження та очищення;
- недостатній рівень автоматизації окремих операцій.

Крім того, у зв'язку з інтеграцією України до європейського ринку та необхідністю відповідності міжнародним стандартам якості, підвищуються вимоги до технологій виробництва, транспортування та обробки яєць. Це зумовлює необхідність модернізації існуючих технологічних ліній та впровадження нових технічних рішень.

Таким чином, актуальність теми дипломного проєкту полягає в необхідності підвищення ефективності роботи технологічної лінії збору та обробки яєць шляхом її удосконалення, що дозволить:

- зменшити втрати продукції (бій яєць);
- підвищити якість та товарний вигляд продукції;
- забезпечити відповідність сучасним стандартам;
- підвищити продуктивність праці;
- знизити експлуатаційні витрати.

З урахуванням зазначеного було обрано тему дипломного проєкту: «Удосконалення технологічної лінії збору та обробки яєць на промисловій птахофермі».

Основним напрямом удосконалення передбачається модернізація системи транспортування та збору яєць шляхом впровадження конструктивних рішень, що забезпечують зниження механічних навантажень на яйця, підвищення плавності їх переміщення, а також удосконалення процесів первинної обробки.

1.5. Висновки

У результаті виконаного аналізу встановлено, що галузь птахівництва України є важливою складовою агропромислового комплексу та демонструє відносну стійкість навіть в умовах воєнного стану, зберігаючи тенденції до відновлення та розвитку. Водночас ефективність виробництва значною

мірою залежить від рівня механізації та автоматизації технологічних процесів.

Проведений аналіз існуючих технологій утримання курей-несучок показав, що найбільш поширеними є клітковий і підлоговий способи, причому кліткові системи забезпечують вищу продуктивність і краще підходять для автоматизації процесів, зокрема збору яєць. Разом із тим сучасні вимоги до благополуччя птиці та необхідність відповідності європейським стандартам зумовлюють модернізацію виробничих систем.

Встановлено, що важливу роль у забезпеченні якості продукції відіграють умови утримання, годівлі та мікроклімату, а також організація технологічного процесу збору і транспортування яєць. Саме на цих етапах виникають значні втрати продукції внаслідок механічних пошкоджень і порушення технологічних режимів.

Аналіз показав, що існуючі технологічні лінії збору та обробки яєць мають ряд недоліків, серед яких основними є підвищений рівень бою яєць, недостатня ефективність транспортування та обмежений рівень автоматизації окремих операцій.

2 ПРОЄКТУВАННЯ ЛІНІЇ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ЯЄЦЬ

2.1. Актуальність питання

Актуальність теми зумовлена важливим значенням галузі птахівництва для агропромислового комплексу України та необхідністю підвищення ефективності виробництва харчових яєць в умовах сучасних економічних і технологічних викликів. Птахівництво є однією з найбільш динамічних та швидкоокупних галузей тваринництва, яка забезпечує населення цінними продуктами харчування, а також формує значну частку експортного потенціалу держави.

В останні роки галузь функціонує в складних умовах, пов'язаних із воєнним станом, руйнуванням виробничої інфраструктури, порушенням логістичних ланцюгів, підвищенням вартості кормів, енергоносіїв та технологічного обладнання. Незважаючи на це, виробництво яєць в Україні залишається одним із провідних напрямів птахівництва, а попит на продукцію зберігається як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. У зв'язку з цим особливого значення набуває підвищення продуктивності підприємств, зниження виробничих втрат і покращення якості готової продукції.

Одним із ключових етапів виробництва харчових яєць є їх збір, транспортування та первинна обробка. Саме на цих технологічних операціях виникають значні втрати продукції внаслідок механічних пошкоджень, забруднення, порушення умов транспортування та недосконалості окремих вузлів обладнання. Навіть незначний відсоток бою яєць на великих промислових птахофермах призводить до суттєвих економічних збитків. Тому удосконалення технологічної лінії збору та обробки яєць є важливим напрямом підвищення ефективності виробництва.

Сучасні технологічні лінії включають велику кількість механізованих та автоматизованих процесів: транспортування яєць від кліткових батарей, накопичення, очищення, овоскопування, сортування, маркування та

пакування. Проте значна частина обладнання, яке використовується на вітчизняних підприємствах, морально й технічно застаріла, не забезпечує достатньої плавності переміщення яєць, має підвищений рівень механічного навантаження на продукцію та характеризується недостатньою енергоефективністю. Це знижує продуктивність роботи лінії та негативно впливає на якість яєць.

Додаткової актуальності темі надає необхідність гармонізації українського законодавства з вимогами Європейського Союзу. Після підписання Угоди про асоціацію з ЄС українські виробники повинні поступово впроваджувати сучасні технології та забезпечувати відповідність виробництва міжнародним стандартам якості, безпеки продукції та благополуччя птиці. Це вимагає модернізації існуючих технологічних систем, підвищення рівня автоматизації та впровадження нових конструктивних рішень у технологічні лінії.

Важливим напрямом удосконалення є модернізація окремих вузлів системи збору та транспортування яєць, зокрема транспортерів, направляючих елементів, демпфуючих пристроїв і вузлів передачі яєць між транспортними секціями. Використання сучасних конструктивних рішень дозволяє зменшити ударні навантаження, забезпечити плавніше транспортування продукції, скоротити кількість пошкоджених яєць та підвищити загальну ефективність технологічної лінії.

2.2. Вихідні дані до проєктування, зоотехнічні вимоги

В рамках дипломного проєкту удосконалимо систему збору та обробки яєць для одного з пташників птахоферми розміром 18х96 метри з обладнанням типу Л-112 [13]. Крос приймаємо хайсекс браун, як одну з найбільш популярних в Україні.

Процес збору та обробки яєць на промислових птахофермах повинен забезпечувати збереження їх харчової цінності, товарного вигляду, санітарної якості та мінімізацію механічних пошкоджень. Від правильності

організації технологічного процесу значною мірою залежать якість готової продукції, її безпечність та економічна ефективність виробництва.

Однією з основних вимог є своєчасний збір яєць. На промислових підприємствах яйця повинні регулярно видалятися з кліткових батарей за допомогою механізованих або автоматизованих систем яйцезбору. Це дозволяє зменшити забруднення шкаралупи, запобігти розкльову та знизити відсоток бою яєць. Обладнання для збору повинно працювати плавно, без різких ударів і вібрацій, оскільки шкаралупа є чутливою до механічних навантажень.

Транспортування яєць у межах технологічної лінії повинно здійснюватися з мінімальною швидкістю переміщення та плавним переходом між окремими транспортерами. Направляючі елементи, лотки та ролики мають виключати падіння, перекочування й удари яєць між собою або об елементи обладнання. Для цього застосовують демпфуючі пристрої, еластичні покриття та спеціальні направляючі вузли.

Важливою вимогою є дотримання ветеринарно-санітарних норм. Яйця, що надходять на обробку, повинні бути чистими, без тріщин, деформацій та сторонніх забруднень. Обладнання, транспортери, столи сортування й тара мають регулярно очищуватися та дезінфікуватися. Не допускається контакт харчових яєць із забрудненими поверхнями або продукцією сумнівної якості.

Первинна обробка яєць включає очищення, сортування, овоскопування, маркування та пакування. Під час овоскопування проводять контроль внутрішньої якості яєць, виявляють тріщини, кров'яні включення, зміщення жовтка та інші дефекти. До реалізації допускаються лише яйця, які відповідають вимогам стандартів щодо маси, чистоти та цілісності шкаралупи.

Особливу увагу приділяють умовам мікроклімату в приміщеннях обробки та зберігання. Температура й вологість повинні підтримуватися на рівні, що запобігає розвитку мікрофлори та втраті якості продукції. Після

збору яйця необхідно своєчасно охолоджувати та зберігати в чистих вентильованих приміщеннях.

Важливими зоотехнічними вимогами також є:

- забезпечення безперервності технологічного процесу;
- мінімізація ручних операцій;
- підвищення рівня механізації та автоматизації;
- зниження відсотку бою яєць;
- забезпечення високої продуктивності обладнання;
- дотримання вимог біобезпеки та санітарії;
- створення умов для стабільної роботи транспортних і сортувальних систем.

Отже, дотримання зоотехнічних вимог до процесу збору та обробки яєць дозволяє забезпечити високу якість продукції, зменшити виробничі втрати, підвищити ефективність роботи технологічної лінії та покращити економічні показники діяльності птахоферми.

2.3. Постановка завдання на проєктування

Аналіз існуючих технологічних ліній збору та обробки яєць на промислових птахофермах показав, що одним із основних недоліків сучасних систем є підвищений рівень механічних пошкоджень яєць під час їх транспортування між окремими вузлами технологічної лінії. Значна кількість бою виникає в місцях переходу яєць між транспортерами, накопичувальними столами та сортувальними механізмами, де яйця зазнають ударних навантажень, перекочування та взаємного зіткнення.

Крім того, існуючі транспортні системи часто характеризуються недостатньою плавністю переміщення продукції, що негативно впливає на якість яєць і призводить до економічних втрат. У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення технологічної лінії шляхом модернізації окремих вузлів системи збору та транспортування яєць.

Метою проектування є підвищення ефективності технологічної лінії збору та обробки яєць на промисловій птахофермі шляхом удосконалення вузла транспортування яєць та зниження механічних пошкоджень продукції.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз існуючих технологічних ліній збору та обробки яєць;
- визначити основні причини виникнення бою яєць у процесі транспортування;
- виконати аналіз конструкцій транспортуючих і направляючих вузлів;
- розробити удосконалену конструкцію вузла транспортування яєць;
- забезпечити плавність переміщення продукції між окремими елементами лінії;
- зменшити ударні навантаження на яйця під час транспортування;
- підвищити надійність і продуктивність роботи технологічної лінії;
- виконати необхідні технологічні та конструктивні розрахунки;
- оцінити економічну ефективність запропонованого удосконалення;
- забезпечити відповідність конструкції вимогам охорони праці та виробничої санітарії.

2.4. Обґрунтування технологічної схеми лінії збору та обробки яєць

На технологічній схемі (рис. 2.1) зображено послідовність основних операцій збору, первинної обробки, контролю якості, сортування, пакування, зберігання та транспортування харчових яєць на промисловій птахофермі. Прийнята схема передбачає обробку сирих яєць у шкаралупі без їх розбивання, що відповідає технології виробництва товарних курячих яєць.

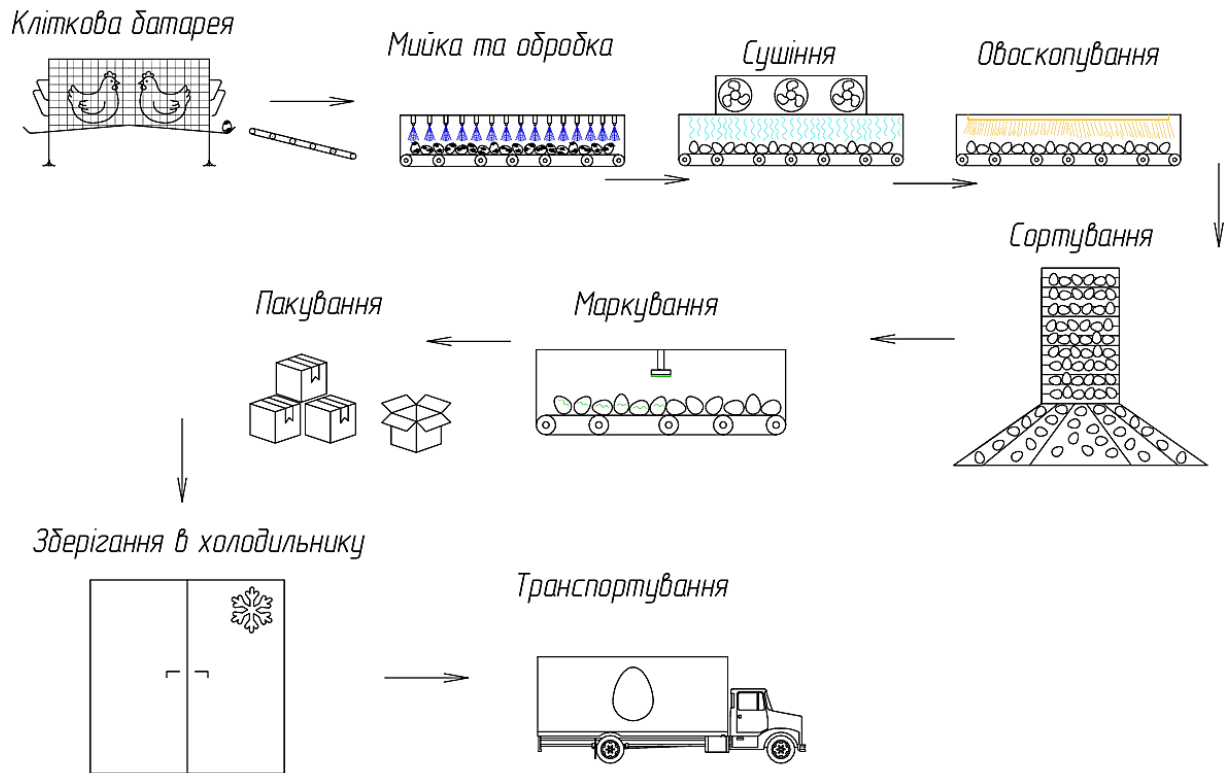


Рисунок 2.1 – Розроблена технологічна схема

Технологічний процес починається у клітковій батареї, де утримуються кури-несучки. Після знесення яйця потрапляють на яйцезбірний транспортер, який забезпечує їх переміщення від кліткових батарей до подальших елементів лінії. Застосування механізованого транспортування дозволяє зменшити частку ручної праці, прискорити процес збору та знизити ризик забруднення або пошкодження яєць під час переміщення.

Наступним етапом є мийка та первинна обробка яєць. Її призначення полягає у видаленні з поверхні шкаралупи механічних забруднень, залишків підстилки, пилу та інших домішок, які можуть погіршувати товарний вигляд продукції та санітарний стан партії. На цьому етапі важливо забезпечити обережне переміщення яєць по роликовому або стрічковому транспортеру, щоб уникнути ударів і тріщин шкаралупи. Обробка має проводитися таким чином, щоб не погіршувати природні захисні властивості шкаралупи.

Після миття яйця надходять у сушильну секцію. Сушіння необхідне для видалення залишкової вологи з поверхні шкаралупи після мийки. Наявність вологи на яйцях небажана, оскільки вона може сприяти повторному забрудненню, погіршенню умов зберігання та зниженню товарної якості. Використання потоку теплого або вентилязованого повітря дає змогу рівномірно висушити яйця без їх перегрівання.

Далі передбачено овоскопування, тобто контроль якості яєць шляхом просвічування. Цей етап потрібний не лише для інкубаційних, а й для харчових яєць, оскільки дозволяє виявити тріщини шкаралупи, внутрішні дефекти, кров'яні включення, зміщення жовтка та інші відхилення. Розміщення овоскопування після миття і сушіння є доцільним, оскільки чиста й суха шкаралупа полегшує виявлення дефектів і підвищує точність контролю.

Після контролю якості яйця направляються на сортування. На цьому етапі продукція розподіляється за масою, категоріями та якісними показниками. Сортування дозволяє сформувати однорідні партії продукції, що є необхідним для подальшого маркування, пакування та реалізації. У схемі сортування розміщене після овоскопування правильно, оскільки спочатку потрібно вилучити дефектні яйця, а вже потім розподіляти придатну продукцію за категоріями.

Наступною операцією є маркування. Воно виконується після сортування, оскільки саме на цьому етапі вже відома категорія яйця, його клас якості та подальше призначення. Маркування забезпечує ідентифікацію продукції, спрощує її облік, контроль партій та реалізацію через торговельну мережу.

Після маркування яйця надходять на пакування. Для цього використовують лотки, касети, картонні коробки або іншу споживчу й транспортну тару. Пакування має забезпечувати захист яєць від механічних пошкоджень під час складування, переміщення і доставки споживачу. На

цьому етапі важливо забезпечити правильне укладання яєць у тару, без ударів, надмірного тиску та зміщення під час транспортування.

Після пакування продукція направляється на зберігання в холодильник. Охолоджене зберігання дозволяє зберегти якість яєць, уповільнити біохімічні процеси та зменшити ризик розвитку мікрофлори. Холодильне зберігання є важливою частиною технологічного процесу, оскільки яйця належать до харчових продуктів, які потребують стабільних умов зберігання до моменту реалізації.

Завершальним етапом схеми є транспортування готової продукції. Яйця перевозять у тарі, що захищає їх від механічних пошкоджень, із дотриманням необхідних санітарних і температурних умов. Транспортування після холодильного зберігання є логічним завершенням технологічного ланцюга, оскільки продукція вже пройшла контроль якості, сортування, маркування та пакування.

Прийнята технологічна схема є раціональною, оскільки забезпечує послідовне виконання всіх основних операцій: збір яєць, очищення, сушіння, контроль якості, сортування, маркування, пакування, зберігання та відвантаження. Така побудова лінії дозволяє зменшити втрати продукції, підвищити її товарну якість, покращити санітарний стан виробництва та знизити частку ручних операцій.

Особливу увагу в подальшому проєктуванні доцільно приділити вузлам транспортування яєць між окремими операціями, оскільки саме в місцях переходу з одного транспортера на інший найчастіше виникають механічні пошкодження шкаралупи. Тому вдосконалення технологічної лінії може бути спрямоване на встановлення демпфуючих, напрямних або амортизуючих елементів, які забезпечать плавне переміщення яєць і зменшать відсоток бою.

2.5. Визначення продуктивності технологічної лінії збору та обробки яєць

Кліткова батарея Л-112 конструктивно подібна до КБР-2 і одна клітка розрахована на 40 голів птахів в одній клітці.

Кількість кліток в одному ряду на одному ярусі:

$$n_k = \frac{L}{l_k} = \frac{96}{2,7} = 35,55 \quad (2.1)$$

де L – довжина приміщення, $L = 96$ м;

l_k – довжина клітки, $l_k = 2,7$ м.

Приймаємо 35 кліток.

Загальна кількість кліток у пташнику:

$$n_{\text{заг}} = z \cdot i \cdot n_k = 5 \cdot 4 \cdot 35 = 700 \text{ кліток} \quad (2.2)$$

де z – кількість рядів, $z = 5$;

i – кількість ярусів, $i = 4$;

Загальна місткість пташника:

$$N = n_{\text{заг}} \cdot n_1 = 700 \cdot 40 = 28000 \text{ голів} \quad (2.3)$$

n_1 – місткість однієї клітки, $n_1 = 40$ гол.

Річне виробництво яєць тоді складе:

$$B = N \cdot \Pi \cdot k_n / 100 = 28000 \cdot 322,5 \cdot 90 / 100 = 8127000 \text{ яєць},$$

де Π – середня річна яйценосність однієї курки, $\Pi = 322,5$ яєць/рік [12];

k_n – коефіцієнт збереженості, $k_n = 90$;

Тоді необхідна добова продуктивність технологічної лінії збору та обробки яєць:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{B}{365} = \frac{8127000}{365} = 22266 \text{ яєць/добу} \quad (2.4)$$

З урахуванням коефіцієнту нерівномірності і коефіцієнта використання обладнання середня годинна продуктивність складе:

$$Q_{\text{розр}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{24} \cdot \frac{k_{\text{нер}}}{\eta} = \frac{22266}{24} \cdot \frac{1,1}{0,85} = 1200 \text{ яєць/год} \quad (2.5)$$

де $k_{\text{нер}}$ – коефіцієнт нерівномірності, $k_{\text{нер}} = 1,1$;

η – коефіцієнт використання обладнання, $\eta = 0,85$.

В перерахунку на восьмигодинний робочий день:

$$Q_{\text{роб год}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{8} \cdot \frac{k_{\text{нер}}}{\eta} = \frac{22266}{8} \cdot \frac{1,1}{0,85} \approx 3600 \text{ яєць/год} \quad (2.6)$$

2.6. Вибір машин для виконання технологічних операцій, визначення їх кількості та опис їх роботи

Для виконання операцій первинної обробки яєць приймаємо технологічну лінію ZENYER 301AP (рисунок 2.2) [14] продуктивністю 5000 яєць/год. Її продуктивність перевищує розрахункову потребу лінії, що становить 3600 яєць/год, тому одна установка забезпечує обробку добового надходження яєць із необхідним резервом продуктивності.

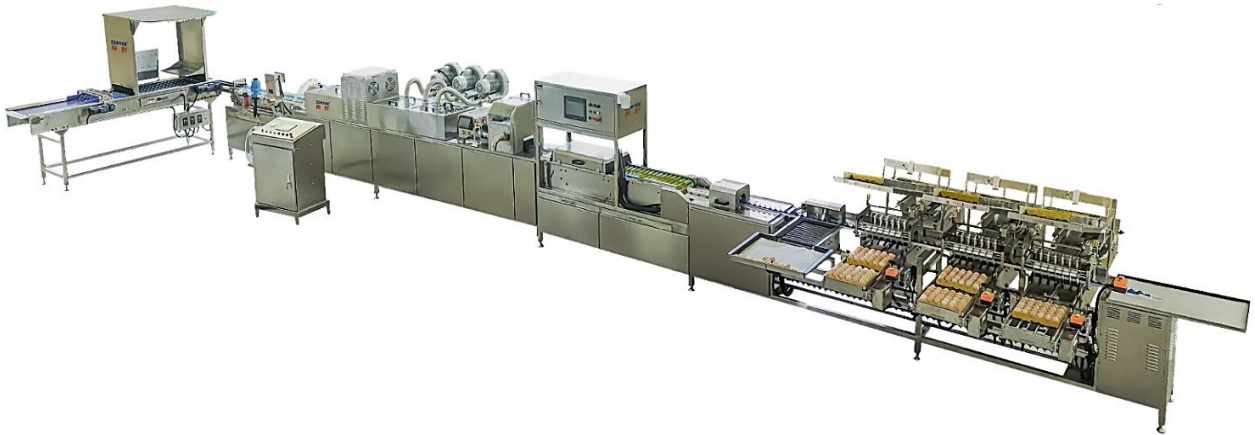


Рисунок 2.2 – Лінія первинної обробки яєць ZENYER 301AP ZYL-JS1-D1-P [14].

Рама машини виготовлена з міцної нержавіючої сталі для високої довговічності та гігієни.

Лінія переробки яєць ZENYER 301AP складається з мийної машини для яєць ZENYER 201A [16] (рисунок 2.3) та сортувальної машини для яєць 102BP (рисунок 2.4). Її продуктивність становить 5000 яєць на годину.



Рисунок 2.3 – Мийна машина ZENYER 201A

Мийка яєць ZENYER 201A – це високопродуктивне рішення промислового класу, розроблене для малих та середніх виробників яєць. Виготовлена з міцної нержавіючої сталі, вона забезпечує повний та ефективний процес очищення. Ця універсальна система поєднує завантаження, дезінфекцію, миття та сушіння, і може бути легко модернізована за допомогою пристроїв для автоматизації, створюючи повноцінну технологічну лінію, максимізуючи продуктивність та забезпечуючи найвищі стандарти безпеки харчових продуктів.

Оснащена пропорційною системою дозування, яка автоматично застосовує дезінфікуючий засіб або мийний засіб до кожного яйця, забезпечуючи постійну відповідність вимогам безпеки харчових продуктів.

Використовуються обертові щітки та тепла вода для дбайливого, але ефективного очищення, надійно видаляючи забруднення. (Доступний окремий водонагрівач).

Сортувальна машина 102BP точно зважує та сортує яйця за 4–5-ма різними ваговими класами з точністю ± 1 г. Вбудований автоматичний пакувальник ефективно обробляє коробки з 12 та 30 яйцями, завершуючи процес від сортування до пакування без ручного втручання.

Включає акумулятор та просвічування, розпилювач дезінфікуючого засобу, функції миття, сушіння, повороту головки, сортування та підрахунку яєць, функції автоматичного та ручного пакування, а також додатковий вакуумний підйомник яєць zenyer 602, УФ-стерилізацію та принтер для яєць 401Н.



Рисунок 2.4 – Сортувальна машина 102BP

Мийка яєць 201А оснащена окремою панеллю керування, а сортувальник яєць 102BP має кольорову сенсорну панель керування, які з міркувань безпеки взаємопов'язані.

Акумулятор оснащений кабіною для просвічування, ви можете візуально перевірити наявність тріснутих, брудних або неякісних яєць за допомогою світлодіодного світла та вручну вибрати їх. Також є кришка та дзеркало для кращого просвічування.

Ця модель яйцемийної машини може чудово задовольнити будь-які вимоги щодо очищення та сушіння яєць.

Автоматичний пакувальник підтримує лотки / коробки для яєць як на 12, так і на 30 шт.

Один автопакувальник може упаковувати лише один розмір, лінія ручного збору може упаковувати максимум 2 розміри.

Продуктивність лінії ZENYER 301AP задовольняє розрахункову продуктивність, тому достатньо взяти одну одиницю.

2.7. Організація технічного обслуговування лінії збору та обробки яєць на птахофермі

Надійна робота технологічної лінії збору та обробки яєць є однією з головних умов безперервного виробництва якісної продукції на промисловій птахофермі. Оскільки яйця належать до крихкої та швидкопсувної продукції, будь-які збої в роботі обладнання можуть призвести до збільшення бою, забруднення продукції, порушення режиму обробки та зниження ефективності виробництва.

У проєкті для виконання основних операцій обробки яєць прийнято технологічну лінію ZENYER 301AP, яка забезпечує миття, сушіння, овоскопування, сортування, маркування, підрахунок і пакування яєць. Продуктивність лінії становить 5000 яєць за годину, що перевищує розрахункову потребу птахоферми та забезпечує необхідний резерв продуктивності. До складу лінії входять транспортери, мийна секція, щітковий механізм очищення, система подачі води, сушильний блок, овоскопічний пристрій, сортувальний механізм, маркувальний пристрій і пакувальний вузол.

Організація технічного обслуговування лінії повинна забезпечувати підтримання обладнання у справному технічному стані, попередження аварійних зупинок, зниження зношування деталей, дотримання санітарних вимог і стабільну якість обробки яєць. Технічне обслуговування виконується відповідно до інструкції виробника, графіку планово-попереджувального ремонту та вимог охорони праці.

Основними завданнями технічного обслуговування є: забезпечення безперебійної роботи лінії; своєчасне виявлення і усунення несправностей; підтримання чистоти обладнання; контроль стану транспортерів, роликів, щіток, форсунок, приводів і електрообладнання; запобігання пошкодженню яєць під час транспортування; забезпечення точності сортування і маркування; зменшення простоїв обладнання.

Технічне обслуговування лінії збору та обробки яєць поділяється на щоденне, періодичне та сезонне. Щоденне обслуговування виконується перед початком роботи, під час експлуатації та після завершення зміни. Періодичне обслуговування проводиться через встановлені інтервали часу, наприклад один раз на тиждень або місяць. Сезонне або поглиблене технічне обслуговування виконують під час планових зупинок обладнання.

Перед початком роботи оператор повинен провести зовнішній огляд лінії, перевірити відсутність сторонніх предметів на транспортерах, справність захисних кожухів, натяг транспортерних стрічок, стан роликів, щіток, приводів і електричних з'єднань. Особливу увагу слід приділяти вузлам, у яких яйця переходять з одного транспортера на інший, оскільки саме в цих місцях найчастіше виникають механічні пошкодження шкаралупи.

Після огляду перевіряють роботу лінії в холостому режимі. При цьому контролюють плавність руху транспортерів, відсутність ривків, стороннього шуму, вібрації та перекосів стрічки. Якщо виявлено нерівномірний рух, зупинку роликів або підвищений шум у приводі, обладнання не допускають до роботи до усунення несправностей.

Під час роботи лінії оператор контролює рівномірність подачі яєць, якість миття, роботу сушильного блоку, правильність овоскопування, точність сортування, якість маркування та правильність укладання яєць у тару. Не допускається перевантаження транспортерів, накопичення яєць у вузлах переходу, падіння яєць з висоти або їх взаємне зіткнення з великою швидкістю.

Після завершення роботи лінію необхідно очистити від залишків забруднень, шкаралупи, пилу та вологи. Мийна секція промивається чистою водою, щітки очищуються від налиплих забруднень, форсунки перевіряються на засмічення, а транспортери протираються або промиваються відповідно до санітарних вимог. Особливо ретельно очищують поверхні, які контактують з яйцями.

Для забезпечення належного санітарного стану обладнання після миття проводять дезінфекцію робочих поверхонь, транспортерів, лотків, накопичувального столу та пакувального вузла. Після дезінфекції обладнання повинно бути висушене, оскільки залишкова волога може сприяти розвитку мікроорганізмів і погіршувати якість продукції.

Основні роботи з технічного обслуговування лінії наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Періодичність технічного обслуговування

Періодичність	Зміст робіт
Перед початком зміни	Огляд лінії, перевірка транспортерів, роликів, щіток, приводів, форсунок, електроживлення, захисних кожухів
Під час роботи	Контроль рівномірності подачі яєць, якості миття, сушіння, сортування, маркування та пакування
Після завершення зміни	Очищення транспортерів, мийної секції, щіток, лотків, пакувального вузла; промивання та дезінфекція обладнання
Один раз на тиждень	Перевірка натягу транспортерних стрічок, стану підшипників, роликів, приводних ланцюгів, щіток і форсунок
Один раз на місяць	Перевірка електродвигунів, редукторів, з'єднань, датчиків, маркувального пристрою, системи керування
Під час планового ремонту	Заміна зношених деталей, регулювання вузлів, перевірка геометрії транспортерів, повна ревізія обладнання

Особливу увагу під час технічного обслуговування необхідно приділяти щітковому механізму мийної секції. Зношені або забруднені щітки погіршують якість очищення яєць і можуть пошкоджувати шкаралупу. Тому щітки регулярно оглядають, очищують і за потреби замінюють. Форсунки системи подачі води повинні забезпечувати рівномірне розпилення, без засмічення та надмірного тиску.

Сушильний блок повинен забезпечувати повне видалення вологи з поверхні шкаралупи. Під час його обслуговування перевіряють роботу вентиляторів, чистоту повітропроводів, справність нагрівальних елементів і

рівномірність подачі повітря. Недостатнє сушіння може призвести до повторного забруднення яєць і погіршення умов зберігання.

Овоскопічний пристрій потребує регулярного очищення світлових елементів і перевірки якості освітлення. Недостатня яскравість або забруднення оглядової зони знижують точність контролю якості яєць. При використанні автоматизованих датчиків або камер необхідно також перевіряти їх чистоту, правильність налаштування та стабільність роботи.

Сортувальний механізм повинен забезпечувати точний розподіл яєць за масою та категоріями. Для цього періодично перевіряють калібрування вагових або сортувальних елементів, справність направляючих, плавність роботи розподільних механізмів і відсутність застрягання яєць.

Маркувальний пристрій, що входить до складу лінії 301AP, обслуговують шляхом контролю якості друку, рівня чорнила, чистоти друкувальної головки та правильності нанесення маркування. Нечітке або зміщене маркування може ускладнювати ідентифікацію продукції та знижувати її товарний вигляд.

Пакувальний вузол повинен забезпечувати акуратне укладання яєць у лотки або коробки без ударів і надмірного тиску. Під час обслуговування перевіряють правильність подачі тари, стан напрямних елементів, відсутність перекосів і плавність роботи механізму укладання.

Для зменшення простоїв на підприємстві необхідно мати запас швидкозношуваних деталей: транспортерних стрічок, роликів, щіток, форсунок, підшипників, приводних пасів, ланцюгів, ущільнювачів, датчиків і витратних матеріалів для маркувального пристрою. Наявність запасних частин дозволяє швидко усунути несправності без тривалої зупинки виробництва.

Усі роботи з технічного обслуговування повинні виконувати працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці та знають будову обладнання. Перед очищенням, ремонтом або регулюванням лінія має бути повністю зупинена та відключена від електроживлення. Забороняється

очищати рухомі частини обладнання під час роботи, знімати захисні кожухи при увімкнених приводах або виконувати ремонт без зупинки машини.

Для контролю стану обладнання на птахофермі доцільно вести журнал технічного обслуговування, у якому зазначають дату виконання робіт, характер несправності, виконані операції, замінені деталі та відповідального працівника. Це дозволяє планувати ремонти, аналізувати причини відмов і підвищувати надійність експлуатації лінії.

Отже, правильно організоване технічне обслуговування лінії ZENYER 301AP забезпечує стабільну роботу обладнання, зниження відсотка бою яєць, підтримання належного санітарного стану виробництва та високу якість готової продукції. Своєчасне виконання профілактичних робіт дозволяє продовжити строк служби обладнання, зменшити витрати на ремонт і забезпечити безперервність технологічного процесу збору та обробки яєць.

2.8. Визначення основних експлуатаційних показників лінії збору та обробки яєць

Основні експлуатаційні показники технологічної лінії збору та обробки яєць визначаються з урахуванням прийнятого поголів'я курей-несучок, продуктивності птиці, тривалості роботи обладнання, коефіцієнту нерівномірності надходження яєць та коефіцієнту використання обладнання.

У проєкті прийнято пташник розміром 18×96 м, що обладнаний комплектом кліткового обладнання типу Л-112. Компоновка передбачає встановлення 5 рядів кліткових батарей по 4 яруси.

Для виконання технологічних операцій прийнято лінію ZENYER 301AP Egg Processing Line. За технічними даними виробника, ця лінія складається з мийної машини ZENYER 201A та сортувальної машини 102BP, має продуктивність 5000 яєць/год, виконує накопичення, овоскопування, дезінфекцію, миття, сушіння, орієнтацію, сортування, підрахунок, автоматичне пакування та ручний відбір. Потужність лінії

становить близько 11,5 кВт, маса — 1550 кг, а габаритні розміри — приблизно 12,9×4,4×2 м, залежно від комплектації.

Коефіцієнт завантаження прийнятої лінії визначаємо за формулою:

$$K_z = \frac{Q_{\text{розр}}}{Q_{\text{пасп}}} = \frac{3600}{5000} = 0,72 = 72\% \quad (2.7)$$

де $Q_{\text{розр}}$ – розрахункова продуктивність, $Q_{\text{розр}} = 3600$ яєць/год.

$Q_{\text{пасп}}$ – паспортна продуктивність, $Q_{\text{пасп}} = 5000$ яєць/год.

Резерв продуктивності становить:

$$R = Q_{\text{пасп}} - Q_{\text{розр}} = 5000 - 3600 = 1400 \text{ яєць/год.} \quad (2.8)$$

У відсотковому вираженні резерв дорівнює:

$$R_{\%} = \left(\frac{1400}{5000} \right) \cdot 100 = 28\% \quad (2.9)$$

Таким чином, лінія має достатній запас продуктивності, що дозволяє компенсувати нерівномірність надходження яєць, короткочасні зупинки та можливе збільшення виробництва.

Час, необхідний для обробки добового обсягу яєць при паспортній продуктивності лінії, визначаємо за формулою:

$$T_{\phi} = \frac{Q_{\text{доб}}}{Q_{\text{пасп}}} = \frac{22266}{5000} = 4,45 \text{ год} \quad (2.10)$$

Тобто за номінальної продуктивності лінія здатна обробити добове надходження яєць приблизно за 4,5 години. З урахуванням коефіцієнта використання обладнання фактичний час роботи буде більшим:

$$T_{\text{експ}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{(Q_{\text{пасп}} \cdot \eta)} = \frac{22266}{(5000 \cdot 0,85)} = 5,24 \text{ год} \quad (2.11)$$

Отже, навіть з урахуванням експлуатаційних втрат добова партія яєць може бути оброблена протягом однієї зміни.

Витрати електроенергії на роботу лінії визначаємо за встановленою потужністю обладнання. Для лінії ZENYER 301AP приймаємо $P = 11,5$ кВт.

Добові витрати електроенергії при фактичній експлуатаційній тривалості роботи:

$$E_{\text{доб}} = P \cdot T_{\text{експ}} = 11,5 \cdot 5,24 = 60,3 \text{ кВт} \cdot \text{год/добу} \quad (2.12)$$

Питомі витрати електроенергії на 1000 яєць становлять:

$$E_{\text{пит}} = \frac{E_{\text{доб}}}{\left(\frac{Q_{\text{доб}}}{1000}\right)} = \frac{60,3}{22,266} = 2,71 \text{ кВт} \cdot \text{год}/1000 \text{ яєць} \quad (2.13)$$

Річні витрати електроенергії:

$$E_{\text{річ}} = E_{\text{доб}} \cdot 365 = 60,3 \cdot 365 = 22009,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік} \quad (2.14)$$

Для зручності основні експлуатаційні показники зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку основних експлуатаційних параметрів

Показник	Позначення	Значення
Місткість пташника, голів	N	28000
Крос птиці	—	Хайсекс браун
Річна яйценосність однієї курки, яєць/рік	Π	322,5
Збереженість поголів'я, %	k_n	90
Річне виробництво яєць, шт.	B	8127000
Добове виробництво яєць, шт./добу	$Q_{\text{доб}}$	22266
Тривалість роботи зміни, год	T	8
Середньогодинна продуктивність, яєць/год	$Q_{\text{год}}$	2783
Коефіцієнт нерівномірності	$k_{\text{нер}}$	1,1
Коефіцієнт використання обладнання	η	0,85
Розрахункова продуктивність лінії, яєць/год	$Q_{\text{розр}}$	3600
Прийнята лінія	—	ZENYER 301AP
Паспортна продуктивність лінії, яєць/год	$Q_{\text{пасп}}$	5000
Коефіцієнт завантаження лінії	K_z	0,72
Резерв продуктивності, яєць/год	R	1400
Фактичний час обробки добової партії, год	$T_{\text{експ}}$	5,24
Встановлена потужність, кВт	P	11,5
Добові витрати електроенергії, кВт-год	$E_{\text{доб}}$	60,3
Питомі витрати електроенергії, кВт-год/1000 яєць	$E_{\text{пит}}$	2,71
Річні витрати електроенергії кВт-год/рік	$E_{\text{річ}}$	22009,5

2.9. Висновки

У другому розділі було виконано проєктування технологічної лінії збору та обробки яєць для промислової птахоферми. На основі вихідних даних прийнято пташник розміром 18×96 м, обладнаний клітковими батареями типу Л-112. Як продуктивний крос птиці прийнято хайсекс браун, що характеризується високою яйцєносністю та придатністю до промислового виробництва харчових яєць.

У процесі проєктування визначено основні зоотехнічні вимоги до збору, транспортування та обробки яєць. Встановлено, що технологічний процес повинен забезпечувати своєчасне видалення яєць із кліткових батарей, мінімізацію механічних пошкоджень, дотримання санітарно-гігієнічних умов, збереження товарного вигляду продукції та стабільну роботу обладнання. Особливу увагу приділено плавності переміщення яєць між окремими вузлами лінії, оскільки саме в місцях переходу між транспортерами найчастіше виникає бій шкаралупи.

Обґрунтовано технологічну схему лінії збору та обробки яєць, яка включає послідовне виконання таких операцій: збір яєць із кліткових батарей, транспортування, миття та первинна обробка, сушіння, овоскопування, сортування, маркування, пакування, холодильне зберігання і транспортування готової продукції. Прийнята схема забезпечує обробку саме цілих сирих яєць у шкаралупі без їх розбивання, що відповідає призначенню проєктованої лінії.

Для визначення продуктивності лінії виконано розрахунок місткості пташника. За умови встановлення 5 рядів кліткових батарей по 4 яруси та прийнятої кількості кліток у кожному ряду загальна місткість пташника становить 28000 голів птиці. З урахуванням середньої річної яйцєносності кросу хайсекс браун 322,5 яйця на рік і коефіцієнту збереженості 90 % річне виробництво яєць становить 8127000 штук. Добова продуктивність дорівнює 22266 яєць, а розрахункова продуктивність лінії при 8-годинному

робочому дні, коефіцієнті нерівномірності 1,1 та коефіцієнті використання обладнання 0,85 становить приблизно 3600 яєць/год.

Для виконання основних технологічних операцій обрано лінію первинної обробки яєць ZENYER 301AP продуктивністю 5000 яєць/год. Її продуктивність перевищує розрахункову потребу, тому одна така лінія забезпечує обробку добового надходження яєць із необхідним резервом. До складу лінії входять вузли миття, сушіння, овоскопування, сортування, маркування, підрахунку та пакування яєць, що дозволяє механізувати й частково автоматизувати основні операції технологічного процесу.

Також у розділі розглянуто організацію технічного обслуговування лінії збору та обробки яєць. Визначено, що для забезпечення безперебійної роботи обладнання необхідно виконувати щоденне, періодичне та планове технічне обслуговування, контролювати стан транспортерів, роликів, щіток, форсунок, приводів, електрообладнання, овоскопічного, сортувального та маркувального вузлів. Наявність системного технічного обслуговування дозволяє зменшити простої, підтримувати належний санітарний стан обладнання та запобігати збільшенню бою яєць.

Отже, у другому розділі обґрунтовано технологічну схему лінії збору та обробки яєць, визначено її необхідну продуктивність, підібрано відповідне обладнання та встановлено основні вимоги до його експлуатації й обслуговування. Прийнята лінія ZENYER 301AP забезпечує виконання всіх основних операцій у межах однієї робочої зміни, має достатній запас продуктивності та створює передумови для підвищення якості продукції, зниження втрат і покращення ефективності роботи промислової птахоферми.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ ЯЙЦЕМИЙНОЇ МАШИНИ

3.1. Обґрунтування важливості питання

У процесі виробництва харчових яєць важливе значення має не лише своєчасний збір продукції, а й її якісна первинна обробка. Однією з основних операцій у технологічній лінії збору та обробки яєць є миття, яке забезпечує видалення з поверхні шкаралупи залишків пилу, органічних забруднень, частинок підстилки та інших домішок. Якість виконання цієї операції безпосередньо впливає на товарний вигляд яєць, їх санітарний стан, термін зберігання та придатність до подальшої реалізації.

Разом із тим яйце є крихким біологічним продуктом, який легко пошкоджується під дією механічних навантажень. Під час проходження через яйцемийну машину яйця контактують із транспортуючими роликами, щітками, напрямними елементами та струменями мийної рідини. За неправильно підібраної швидкості руху, надмірного тиску щіток або нерівномірного переміщення можуть виникати удари, перекочування, зіткнення яєць між собою та утворення тріщин шкаралупи. Навіть незначне пошкодження шкаралупи знижує якість продукції, ускладнює її зберігання та може призвести до вибракування.

Особливої уваги потребує щітково-миючий вузол, оскільки саме в ньому яйця одночасно переміщуються, обертаються та очищуються. У цьому місці на продукцію діють механічні сили від обертових щіток і роликів, а також виникає ризик зміщення яєць із правильного положення. Якщо конструкція напрямних елементів не забезпечує стабільного положення яйця, воно може рухатися нерівномірно, ударятися об сусідні яйця або елементи машини. Це призводить до збільшення відсотку бою та зниження ефективності роботи всієї технологічної лінії.

У дипломному проєкті для обробки яєць прийнято лінію ZENYER 301AP, до складу якої входить яйцемийна машина. Вона забезпечує виконання операцій миття, сушіння та подальшої подачі яєць на контроль і

сортування. Однак, навіть за використання сучасного обладнання, залишається актуальним завдання зменшення механічного впливу на яйця в процесі миття. Тому доцільним є удосконалення окремого вузла яйцемийної машини, спрямоване на підвищення плавності руху яєць і зменшення їх пошкодження.

Найбільш раціональним напрямом удосконалення є модернізація зони проходження яєць через мийний вузол шляхом встановлення еластичних напрямних і демпфувальних роликів. Таке рішення дозволяє стабілізувати положення яєць на транспортері, зменшити силу удару при контакті з елементами машини, забезпечити рівномірне обертання яйця під час очищення та знизити ймовірність утворення тріщин шкаралупи.

Удосконалення яйцемийної машини має практичне значення, оскільки дає змогу підвищити якість миття, зменшити втрати продукції, покращити санітарно-гігієнічний стан яєць і забезпечити стабільнішу роботу всієї лінії збору та обробки. Крім того, модернізація окремого вузла є економічно доцільною, оскільки не потребує повної заміни обладнання, а може бути реалізована шляхом внесення конструктивних змін у вже існуючу машину.

Отже, удосконалення яйцемийної машини є важливим інженерним завданням, спрямованим на зниження механічних пошкоджень яєць, підвищення якості первинної обробки та збільшення ефективності роботи технологічної лінії на промисловій птахофермі.

3.2. Вихідні дані

У третьому розділі об'єктом удосконалення є яйцемийна машина, що входить до складу технологічної лінії збору та обробки яєць. У попередньому розділі для виконання операцій первинної обробки було прийнято лінію ZENYER 301AP, до складу якої входить мийна секція, сушильний вузол, система контролю якості, сортування, маркування та пакування. Удосконалення передбачається виконати саме для мийного вузла, оскільки під час миття яйця зазнають механічної дії з боку роликів, щіток, напрямних елементів і потоку мийної рідини.

Для подальшого проєктування приймаємо, що через яйцемийну машину проходять харчові курячі яйця у шкаралупі. Продукт є крихким і чутливим до ударних навантажень, тому конструкція мийного вузла повинна забезпечувати рівномірне переміщення яєць, відсутність різких поштовхів, плавний контакт із робочими органами та недопущення зіткнення яєць між собою.

Характеристики машини та експлуатаційні параметри приймаємо з другого розділу.

Таким чином, вихідними даними для проєктування є продуктивність прийнятої лінії, фізико-механічні параметри яйця, умови його переміщення через мийний вузол і вимоги до зменшення механічних пошкоджень. На основі цих даних у подальшому буде розроблено варіант удосконалення яйцемийної машини.

3.3. Стан питання і постановка завдання на проєктування

У складі технологічної лінії збору та обробки яєць яйцемийна машина виконує одну з найбільш відповідальних операцій — очищення поверхні шкаралупи від забруднень. Яйця, які надходять із кліткових батарей, можуть мати на поверхні пил, залишки посліду, частинки корму та інші механічні домішки. Наявність таких забруднень погіршує товарний вигляд продукції, знижує її санітарну якість і може негативно впливати на подальше зберігання.

Сучасні яйцемийні машини зазвичай працюють за потоковим принципом. Яйця подаються на роликівий або стрічковий транспортер, переміщуються через зону зволоження, далі проходять через щітковий мийний вузол, після чого надходять у зону ополіскування та сушіння. У процесі миття яйця повинні обертатися, щоб очищення відбувалося по всій поверхні шкаралупи. Для цього використовуються обертові ролики, щітки, направляючі елементи та система подачі мийної рідини.

Основною перевагою таких машин є можливість безперервної обробки значної кількості яєць із мінімальним залученням ручної праці.

Проте існуючі конструкції мають і певні недоліки. Найбільш характерними з них є нерівномірне переміщення яєць у зоні миття, можливість їх бокового зміщення, зіткнення між собою, удари об жорсткі напрямні елементи, а також надмірний тиск щіток на шкаралупу. Усе це може призводити до появи мікротріщин, бою яєць або погіршення товарної якості продукції.

Особливо небезпечними є ділянки входу яєць у мийну секцію та переходу між окремими транспортуючими елементами. На цих ділянках яйце може змінювати швидкість руху, перекинутися, зміщуватися вбік або стикатися з сусідніми яйцями. Оскільки шкаралупа має обмежену міцність, навіть короткочасне ударне навантаження може спричинити її пошкодження. При великій продуктивності лінії навіть невеликий відсоток бою призводить до помітних виробничих втрат.

Ще одним недоліком існуючих мийних вузлів є недостатня стабілізація положення яйця під час контакту з мийними щітками. Якщо яйце не утримується в заданому положенні, воно може обертатися нерівномірно або зміщуватися з осі руху. Це погіршує якість очищення та підвищує ризик механічного пошкодження. Крім того, жорсткі напрямні елементи не завжди компенсують відмінності у розмірах яєць, що також негативно впливає на плавність їх проходження через робочу зону.

Аналіз стану питання показує, що повна заміна яйцемийної машини є недоцільною, оскільки прийнята лінія ZENYER 301AP має достатню продуктивність і виконує всі необхідні технологічні операції. Рациональнішим рішенням є локальне удосконалення окремого вузла машини, у якому найімовірніше виникають механічні пошкодження яєць. Таким вузлом є зона входу яєць у мийну секцію та ділянка їх переміщення між транспортуючими роликами й щітками.

З урахуванням цього в проєкті пропонується удосконалити яйцемийну машину шляхом встановлення еластичних напрямних елементів і демпфувальних роликів у зоні проходження яєць через мийний вузол. Таке рішення дозволить стабілізувати положення яйця, зменшити його бокове

зміщення, пом'якшити контакт із робочими органами машини та знизити ймовірність виникнення тріщин шкаралупи.

Метою проєктування є підвищення ефективності роботи яйцемийної машини шляхом зменшення механічного впливу на яйця під час їх миття та транспортування через робочу зону.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- визначити основні причини пошкодження яєць у мийній секції;
- обґрунтувати доцільність удосконалення саме зони переміщення яєць через щітково-роликовий вузол;
- розробити конструктивне рішення у вигляді еластичних напрямних і демпфувальних роликів;
- забезпечити можливість встановлення удосконаленого вузла на існуючу машину без зміни її основної конструкції;
- зберегти продуктивність лінії на рівні не нижче розрахункової;
- забезпечити простоту очищення, миття та дезінфекції запропонованих елементів;
- зменшити ризик бою яєць і підвищити якість первинної обробки продукції.

До удосконаленої конструкції висуваються такі основні вимоги: контактні поверхні повинні бути еластичними та безпечними для шкаралупи; матеріали мають бути стійкими до вологи, мийних і дезінфекційних засобів; конструкція не повинна ускладнювати санітарне обслуговування машини; вузол має бути простим у виготовленні, надійним в експлуатації та придатним для монтажу на діючу яйцемийну машину.

Таким чином, постановка завдання на проєктування полягає в розробці локального конструктивного удосконалення яйцемийної машини, спрямованого на стабілізацію руху яєць, зменшення ударних навантажень і підвищення якості миття без зниження продуктивності технологічної лінії.

3.4. Розробка варіанту удосконалення

У процесі аналізу роботи яйцемийної машини було встановлено, що найбільш відповідальною ділянкою є зона проходження яєць через мийну камеру. Саме тут яйця переміщуються роликівим транспортером, контактують зі щітками та піддаються дії мийного розчину. Оскільки шкаралупа яйця є крихкою, навіть незначні удари, перекочування або бокове зміщення можуть призвести до появи мікротріщин, бою яєць і погіршення якості готової продукції.

У базовій конструкції яйцемийної машини яйця переміщуються по роликівому транспортеру через зону миття. Така схема забезпечує проходження продукції через робочу камеру, однак не завжди гарантує стабільне положення яйця під час контакту з мийними щітками. При нерівномірному русі яйце може зміщуватися вбік, підскакувати на роликах, стикатися із сусідніми яйцями або елементами машини. Це особливо небезпечно на ділянках входу до мийної зони та в місцях інтенсивної дії щіток.

З метою усунення зазначених недоліків у проєкті запропоновано удосконалити мийну секцію яйцемийної машини шляхом модернізації вузла стабілізації та очищення яєць (рис. 3.1).

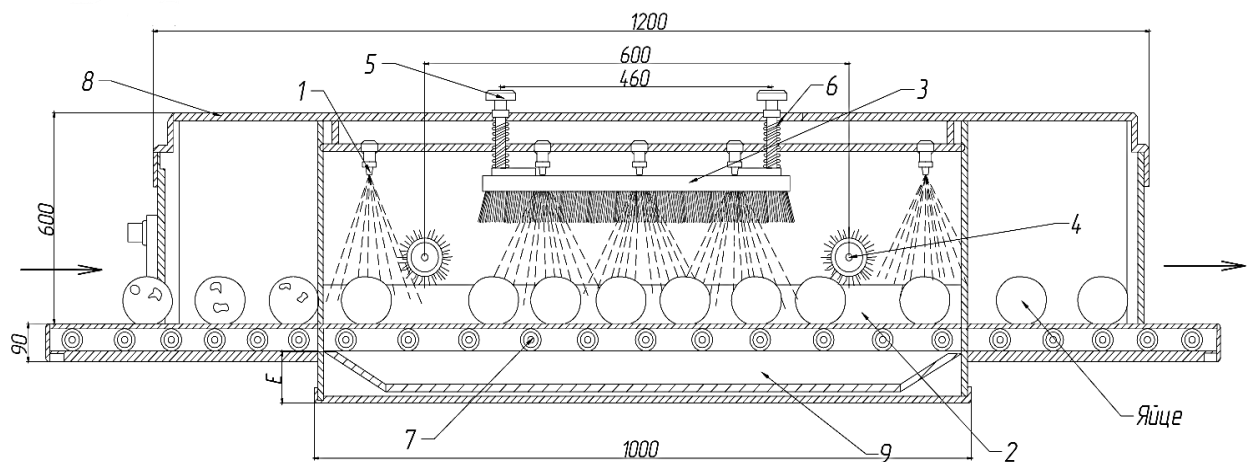


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд удосконаленого вузла яйцемийної машини: 1 – форсунка; 2 – бокові еластичні напрямні; 3 – верхня щітка-притискач; 4 – бокова мийна щітка; 5 – регулювальний гвинт; 6 – пружина;

7 – роликовий транспортер; 8 – корпус мийної машини; 9 – лоток для мийного розчину

Суть удосконалення полягає у встановленні м'якої верхньої щітки-притискача, бокових еластичних напрямних, бокових мийних щіток, пружинно-регулювального механізму та лотка для стікання мийного розчину.

Основним елементом удосконалення є м'яка верхня щітка-притискач. Вона встановлюється над роликовим транспортером у зоні миття та виконує дві функції: стабілізує положення яйця і одночасно бере участь в очищенні його поверхні. На відміну від жорсткого притискного ролика, щітка-притискач не створює концентрованого тиску на шкаралупу, а м'яко контактує з верхньою частиною яйця. Завдяки цьому зменшується ризик утворення тріщин, а очищення відбувається більш рівномірно.

Для кріплення щітки-притискача передбачено траверсу, яка забезпечує її жорстке встановлення в конструкції мийного вузла. Траверса сприймає зусилля від регулювальних гвинтів і пружин та передає його на щітку. Завдяки цьому щітка розташовується рівномірно по ширині мийної зони й може працювати стабільно по всій довжині контакту з яйцями.

Регулювання положення щітки здійснюється за допомогою регулювальних гвинтів. Вони дозволяють змінювати висоту встановлення щітки-притискача залежно від розміру яєць і необхідного зусилля контакту. Це важливо, оскільки яйця різних категорій мають різний діаметр, а надмірний притиск може спричинити пошкодження шкаралупи. Недостатній притиск, навпаки, знижує ефективність стабілізації та очищення.

У конструкції також передбачені пружини, які виконують роль демпфувальних елементів. Вони компенсують незначні коливання розмірів яєць і дозволяють щітці-притискачу переміщуватися у вертикальному напрямку. Якщо через мийну зону проходить яйце більшого розміру, щітка

не діє на нього жорстко, а зміщується вгору, зменшуючи ударне навантаження на шкаралупу. Це забезпечує делікатніший режим роботи вузла.

Додатково передбачено встановлення бокових еластичних напрямних. Їх призначення полягає у запобіганні поперечному зміщенню яєць під час руху по роликовому транспортеру. Напрямні розташовуються збоку від траєкторії руху яєць і контактують із нижньою боковою частиною шкаралупи. Вони не заважають дії мийного розчину та роботі щіток, а лише обмежують небажане бокове переміщення яйця.

Бокова напрямна виконана як змінний елемент. Її верхня робоча частина виготовляється з еластичного харчового матеріалу, а кріплення до нижньої жорсткої частини здійснюється за допомогою пазового з'єднання. Для цього на еластичній частині передбачено посадковий язичок, який входить у відповідний паз нижньої основи. Така конструкція забезпечує надійну фіксацію напрямної під час роботи та дає змогу швидко замінити зношену еластичну частину без демонтажу всього вузла.

Матеріалом верхньої еластичної частини напрямної прийнято харчовий термопластичний еластомер TPE твердістю 60 ± 5 Shore A. Такий матеріал має достатню пружність, не пошкоджує шкаралупу, стійкий до дії води, мийних і дезінфекційних розчинів. Робоча поверхня напрямної повинна бути гладкою, без пор, тріщин, раковин і гострих виступів, щоб під час контакту з яйцем не виникали подряпини або локальні ударні навантаження.

Для підвищення якості очищення в мийній зоні також передбачено бокові мийні щітки. Вони встановлюються з боків робочої зони та забезпечують додаткове очищення бокових поверхонь яйця. У поєднанні з верхньою щіткою-притискачем, це дозволяє обробляти шкаралупу більш рівномірно. Бокові щітки мають бути достатньо м'якими, щоб не пошкоджувати яйце, але водночас пружними для ефективного видалення забруднень.

Після контакту з яйцями мийний розчин, разом із забрудненнями, стікає вниз, тому в конструкції передбачено лоток для стікання мийного розчину. Лоток розміщується під роликівим транспортером і призначений для збирання та відведення відпрацьованої рідини із зони миття. Його доцільно виготовляти з нержавіючої сталі AISI 304, оскільки ця деталь постійно контактує з водою, мийним розчином і забрудненнями. Внутрішні поверхні лотка повинні бути достатньо гладкими для полегшення очищення та санітарної обробки.

Робота удосконаленого вузла відбувається наступним чином. Яйця надходять у мийну камеру по роликівому транспортеру. Ролики підтримують яйце знизу і забезпечують його переміщення через робочу зону. Бокові еластичні напрямні стабілізують положення яйця та не допускають його зміщення вбік. М'яка верхня щітка-притискач делікатно контактує з яйцем зверху, утримує його у стійкому положенні та одночасно очищує верхню частину шкаралупи. Бокові мийні щітки очищують бічні поверхні яйця. Відпрацьований мийний розчин стікає в лоток і відводиться із робочої зони.

Запропоноване удосконалення має кілька переваг. По-перше, воно зменшує механічне навантаження на яйця, оскільки замість жорсткого притискання використовується м'який щітковий контакт із пружинним регулюванням. По-друге, покращується стабільність руху яєць через мийну камеру, що знижує ймовірність їх зіткнення між собою або з жорсткими деталями машини. По-третє, підвищується якість миття завдяки одночасній дії верхньої та бокових щіток. По-четверте, конструкція залишається простою для виготовлення, обслуговування та заміни зношених елементів.

Важливо, що запропоноване рішення не потребує повної заміни яйцемийної машини. Модернізація виконується локально — у межах мийного вузла. Це дає змогу встановити удосконалені елементи на існуючу машину без суттєвої зміни її основної конструкції. Такий підхід є економічно доцільним, оскільки дозволяє покращити якість очищення яєць

і зменшити втрати продукції при відносно невеликих витратах на модернізацію.

Таким чином, розроблений варіант удосконалення яйцемийної машини передбачає встановлення м'якої верхньої щітки-притискача, бокових еластичних напрямних, бокових мийних щіток, пружинно-регульовального механізму та лотка для відведення мийного розчину. Таке конструктивне рішення забезпечує більш делікатне проходження яєць через мийну камеру, зменшує ризик биття, підвищує якість очищення шкаралупи та покращує надійність роботи лінії збору й обробки яєць.

3.5. Розрахунок параметрів удосконаленого вузла яйцемийної машини

Для визначення швидкості руху яєць спочатку встановлюємо орієнтовний крок між яйцями на роликовому транспортері. Оскільки довжина м'якої верхньої щітки-притискача становить 520 мм, а під нею одночасно може перебувати приблизно 6 яєць, крок між яйцями визначаємо за формулою:

$$a = \frac{L_{\text{щ}}}{z} = \frac{0,52}{18} = 0,0289 \text{ м} \approx 0,29 \quad (3.1)$$

де $L_{\text{щ}}$ – довжина м'якої верхньої щітки-притискача, $L_{\text{щ}} = 0,52$ м;

z – кількість яєць, які одночасно перебувають під щіткою-притискачем, $z = 18$ шт.

Швидкість руху яєць у мийній камері визначаємо за формулою:

$$v = \frac{Q \cdot a}{3600} = \frac{5000 \cdot 0,029}{3600} = 0,04 \text{ м/с} \quad (3.2)$$

де Q – продуктивність яйцемийної машини, $Q = 5000$ яєць/год;

Для оцінки тривалості перебування яйця під щіткою-притискачем визначаємо час проходження активної зони миття:

$$t = \frac{L_{\text{щ}}}{v} = \frac{0,52}{0,04} = 12,9 \text{ с} \quad (3.3)$$

Для стабілізації положення яєць у мийній камері верхня щітка-притискач повинна створювати невелике притискне зусилля. Його має бути достатньо для утримання яйця в робочій зоні, але не настільки великим, щоб спричиняти надмірний тиск на шкаралупу або її пошкодження.

Загальне притискне зусилля щітки-притискача визначаємо за формулою:

$$F_{\text{заг}} = F_{\text{я}} \cdot z = 18 \text{ Н} \quad (3.4)$$

де $F_{\text{я}}$ – притискне зусилля на одне яйце, $F_{\text{я}} = 1 \text{ Н}$.

Оскільки в конструкції передбачено чотири пружини, навантаження на одну пружину визначаємо за формулою:

$$F_{\text{п}} = \frac{F_{\text{заг}}}{n_{\text{п}}} = \frac{18}{4} = 4,5 \text{ Н} \quad (3.5)$$

де $n_{\text{п}}$ – кількість пружин у притискному механізмі, $n_{\text{п}} = 4$ шт.

Розрахункову силу на одну пружину визначаємо за формулою:

$$F_{\text{пр}} = F_{\text{п}} \cdot k = 4,5 \cdot 1,5 = 6,75 \text{ Н} \quad (3.6)$$

де k – коефіцієнт запасу, $k = 1,5$.

У конструкції удосконаленого вузла яйцемийної машини пружини використовуються для створення пружного притискання м'якої верхньої щітки-притискача до яєць. Завдяки цьому забезпечується стабілізація положення яєць у мийній камері, а також компенсація незначних відхилень їх розмірів. Пружинний механізм дозволяє уникнути жорсткого контакту щітки з яйцем і зменшити ризик пошкодження шкаралупи.

Середній діаметр пружини визначаємо за формулою:

$$D = \frac{D_{\text{зовн}} + D_{\text{вн}}}{2} = \frac{30 + 24}{2} = 27 \text{ мм} \quad (3.7)$$

де $D_{\text{зовн}}$ – зовнішній діаметр пружини, $D_{\text{зовн}} = 30 \text{ мм}$;

$D_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр пружини, $D_{\text{вн}} = 24 \text{ мм}$.

Індекс пружини визначаємо за формулою:

$$C = \frac{D}{d} = \frac{27}{3} = 9 \quad (3.8)$$

де d – внутрішній діаметр дроту пружини $d = 3 \text{ мм}$;

Жорсткість однієї пружини визначаємо за формулою:

$$c = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n} \quad (3.9)$$

де G – модуль зсуву матеріалу пружини, $G = 8 \cdot 10^4$ Н/мм²;

d – діаметр дроту пружини, $d = 3$ мм;

n – кількість робочих витків пружини, $n = 10$.

Підставляємо значення в формулу (3.9):

$$c = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 3^4}{8 \cdot 27^3 \cdot 10} = 4,12 \text{ Н/мм} \quad (3.10)$$

Необхідне стискання однієї пружини для створення розрахункової сили визначаємо за формулою:

$$f = \frac{F_{\text{пр}}}{c} = \frac{6,75}{4,12} = 1,6 \text{ мм} \quad (3.11)$$

Загальне фактичне зусилля від чотирьох пружин при стисканні на 1,6 мм визначаємо за формулою:

$$F_{\text{заг}} = c \cdot f \cdot n_{\text{п}} = 4,12 \cdot 1,6 \cdot 4 = 26,37 \text{ Н} \quad (3.12)$$

де $n_{\text{п}}$ – кількість пружин у механізмі, $n_{\text{п}} = 4$.

Фактичне притискне зусилля на одне яйце визначаємо за формулою:

$$F_{\text{я}} = \frac{F_{\text{заг}}}{z} = \frac{26,37}{18} = 1,46 \text{ Н} \quad (3.13)$$

Отримане значення притискного зусилля на одне яйце є невеликим і допустимим для м'якого притискання. Оскільки зусилля передається через щітку-притискач, навантаження розподіляється по поверхні яйця, що зменшує ризик пошкодження шкаралупи.

Для забезпечення якісного миття яєць у мийній камері використовуються бокові мийні щітки та м'яка верхня щітка-притискач. Під час роботи щітки контактують із поверхнею шкаралупи, видаляють забруднення та одночасно не повинні створювати надмірного навантаження на яйця. Тому необхідно визначити орієнтовну потужність, потрібну для приводу щіткового вузла.

Потужність, необхідну для обертання щіток, визначаємо за формулою:

$$N = \frac{M_{\text{заг}} \cdot \omega}{1000} \cdot k_3 \quad (3.14)$$

де $M_{\text{заг}}$ – крутний момент на валу щіткового вузла, Н·м;

ω – кутова швидкість обертання щітки, рад/с;

k_3 – коефіцієнт запасу потужності, $k_3 = 1,5$.

Кутову швидкість обертання визначаємо за формулою:

$$\omega = \frac{2\pi n_{\text{щ}}}{60} = \frac{2 \cdot 3,13 \cdot 120}{60} = 12,56 \text{ рад/с} \quad (3.15)$$

де $n_{\text{щ}}$ – частота обертання щітки, $n_{\text{щ}} = 120$ об/хв.

Для визначення крутного моменту на валу щітки використовуємо формулу:

$$M_1 = F_{\tau} \cdot r = 2 \cdot 0,045 = 0,09 \text{ Н/м} \quad (3.16)$$

де F_{τ} – сила опору обертанню щітки, $F_{\tau} = 2$ Н;

r – радіус щітки, $r = 0,045$ м.

Тоді загальний крутний момент для бокових щіток визначається за формулою:

$$M_6 = M_1 \cdot z_{\text{щ}} = 0,09 \cdot 6 = 0,54 \text{ Н/м} \quad (3.17)$$

де $z_{\text{щ}}$ – кількість бокових мийних щіток, $z_{\text{щ}} = 6$ шт.

Тоді загальний крутний момент щіткового вузла становитиме:

$$M_{\text{заг}} = M_6 + M_{\text{в}} = 0,54 + 0,3 = 0,84 \text{ Н/м} \quad (3.18)$$

де $M_{\text{в}}$ – момент для верхньої щітки, $M_{\text{в}} = 0,3$ Н/м.

Підставляємо значення в формулу (3.13):

$$N = \frac{0,84 \cdot 12,56}{1000} \cdot 1,5 = 0,016 \text{ кВт} \quad (3.19)$$

3.6. Висновки

У третьому розділі було розглянуто питання удосконалення яйцемийної машини, яка входить до складу технологічної лінії збору та обробки яєць на промисловій птахофермі. Встановлено, що мийна секція є однією з найбільш відповідальних ділянок лінії, оскільки саме під час миття яйця контактують із роликовим транспортером, щітками, напрямними

елементами та мийним розчином. За недостатньої стабілізації положення яєць у робочій зоні можуть виникати бокові зміщення, удари, нерівномірне обертання та механічні пошкодження шкаралупи.

На основі аналізу стану питання визначено, що основними недоліками існуючого мийного вузла є можливість нестійкого руху яєць, недостатньо рівномірний контакт зі щітками, ризик зіткнення яєць між собою або з жорсткими елементами машини, а також недостатня делікатність обробки під час проходження через мийну камеру. Це може призводити до збільшення відсотка бою, появи мікротріщин і зниження товарної якості продукції.

Для усунення зазначених недоліків запропоновано варіант локального конструктивного удосконалення яйцемийної машини. Він передбачає встановлення м'якої верхньої щітки-притискача, бокових еластичних напрямних, бокових мийних щіток, пружинно-регульовального механізму та лотка для стікання мийного розчину. Таке рішення спрямоване на стабілізацію положення яйця під час миття, зменшення механічного впливу на шкаралупу та підвищення якості очищення.

Основною перевагою прийнятого варіанту є використання м'якої верхньої щітки-притискача замість жорсткого притискного елемента. Така щітка забезпечує делікатний контакт із поверхнею яйця, одночасно стабілізує його положення і бере участь в очищенні шкаралупи. Завдяки пружинно-регульовальному механізму можна змінювати зазор між щіткою та роликівим транспортером залежно від розміру яєць, що зменшує ризик надмірного притискання.

Бокові еластичні напрямні забезпечують обмеження поперечного зміщення яєць під час руху через мийну зону. Їхня верхня робоча частина виготовляється з харчового еластичного матеріалу та кріпиться до нижньої жорсткої основи за допомогою пазового з'єднання. Це дає змогу поєднати м'який контакт із яйцем, надійну фіксацію деталі та можливість швидкої заміни еластичного елемента у разі зношування.

Передбачене застосування бокових мийних щіток дозволяє покращити очищення бокових поверхонь яйця, а лоток для стікання мийного розчину забезпечує організоване відведення забрудненої рідини з робочої зони. Усі елементи удосконалення підібрані з урахуванням умов роботи мийної машини: контакту з вологою, мийними й дезінфекційними розчинами, необхідності регулярного очищення та санітарної обробки.

Запропоноване удосконалення є технічно доцільним, оскільки не потребує повної заміни яйцемийної машини, а може бути реалізоване шляхом локальної модернізації мийного вузла. Його впровадження дозволяє підвищити плавність проходження яєць через робочу зону, зменшити ризик бою і мікропошкоджень шкаралупи, покращити якість миття та підвищити надійність роботи технологічної лінії.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Аналіз стану охорони праці в господарстві

Охорона праці на промисловій птахофермі є важливою складовою організації виробництва, оскільки робота працівників пов'язана з використанням технологічного обладнання, електроприводів, транспортерів, мийних машин, дезінфекційних засобів, а також із перебуванням у приміщеннях із підвищеною вологістю, шумом і біологічними факторами. Особливу увагу необхідно приділяти працівникам яйцескладу та операторам лінії первинної обробки яєць, оскільки вони безпосередньо обслуговують обладнання для миття, сушіння, овоскопування, сортування, маркування та пакування продукції.

На птахофермі основними виробничими приміщеннями, у яких виконуються операції з яйцями, є пташники з клітковими батареями, приміщення яйцескладу, зона первинної обробки яєць, мийна секція, пакувальна зона та холодильне приміщення для зберігання готової продукції. У цих приміщеннях повинні бути забезпечені безпечні умови праці, справність обладнання, належне освітлення, вентиляція, санітарний стан і дотримання вимог електробезпеки.

До основних небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час роботи лінії збору та обробки яєць належать: рухомі частини транспортерів, роликів, щіток і приводів; можливість затягування одягу або рук у зону руху обладнання; ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції або неправильному обслуговуванні електрообладнання; підвищена вологість у зоні миття яєць; слизька підлога через потрапляння води або мийного розчину; шум і вібрація від приводів та вентиляторів; контакт із мийними і дезінфекційними засобами; біологічне забруднення від шкаралупи, пилу, посліду та мікрофлори.

Стан охорони праці в господарстві оцінюється за наявністю інструкцій з охорони праці, проведенням інструктажів, забезпеченням працівників засобами індивідуального захисту, справністю захисних кожухів, огорожень і блокувальних пристроїв, наявністю попереджувальних знаків, аптечки, засобів пожежогасіння та журналів реєстрації інструктажів. Працівники, які обслуговують лінію первинної обробки яєць, повинні проходити вступний, первинний, повторний і, за потреби, позаплановий інструктажі.

Особливу увагу в господарстві необхідно приділяти технічному стану яйцемийної машини та транспортерів. Усі обертові та рухомі частини обладнання повинні бути закриті захисними кожухами або огороженнями. Приводи транспортерів, ланцюгові та ремінні передачі, електродвигуни, редуктори, шківни та муфти не повинні мати відкритого доступу під час роботи. Забороняється очищати, регулювати або ремонтувати обладнання при ввімкненому електроживленні.

Оскільки лінія збору та обробки яєць включає мийну машину, важливим фактором є підвищена вологість робочої зони. Підлога біля мийної секції повинна мати неслизьке покриття та справну систему відведення води. У місцях можливого потрапляння мийного розчину необхідно передбачати водовідвідні лотки, трапи або інші засоби для запобігання утворенню калюж. Працівники повинні використовувати спецвзуття з неслизькою підошвою.

Електрообладнання, що працює у вологому середовищі, повинно бути захищене від потрапляння води та мийних розчинів. Електричні шафи, пульты керування, датчики, електродвигуни та кабельні лінії мають бути справними, заземленими та періодично оглядатися відповідальними працівниками. Наявність аварійної кнопки зупинки лінії є обов'язковою умовою безпечної експлуатації.

У процесі первинної обробки яєць працівники можуть контактувати з мийними та дезінфекційними засобами. Тому в господарстві повинні бути

розроблені інструкції щодо їх безпечного використання, зберігання та дозування. Працівники мають користуватися гумовими рукавичками, захисним одягом, за потреби — захисними окулярами або щитком. Не допускається використання невідомих або неправильно промаркованих хімічних засобів.

Санітарний стан яйцескладу та приміщення первинної обробки яєць також впливає на безпеку праці. Регулярне очищення обладнання, видалення залишків шкаралупи, пилу, бруду, мийного розчину та своєчасна дезінфекція знижують ризик біологічного забруднення і покращують умови роботи персоналу. Робочі місця повинні бути організовані так, щоб працівники не виконували зайвих рухів, не переносили важку тару вручну на значні відстані та не працювали у вимушеній позі протягом тривалого часу.

4.2. Вимоги безпеки праці оператора яйцескладу при первинній обробці яєць

Оператор яйцескладу виконує роботи, пов'язані з прийманням, первинною обробкою, контролем якості, сортуванням, маркуванням, пакуванням і передачею яєць на зберігання або реалізацію. Під час виконання цих операцій працівник обслуговує технологічну лінію, до складу якої входять транспортери, яйцемийна машина, сушильна секція, овоскопічний пристрій, сортувальний і пакувальний вузли. Тому безпечна робота оператора залежить від справності обладнання, правильної організації робочого місця та дотримання вимог охорони праці.

До роботи оператором яйцескладу допускаються особи, які пройшли медичний огляд, вступний і первинний інструктаж з охорони праці, ознайомлені з правилами експлуатації обладнання та знають порядок дій у разі аварійної ситуації. Працівник повинен уміти користуватися органами керування лінією, знати місце розташування аварійної кнопки зупинки, електрощита, аптечки та первинних засобів пожежогасіння.

Перед початком роботи оператор зобов'язаний одягнути спецодяг, спецвзуття з неслизькою підошвою, головний убір, а під час роботи з

мийними або дезінфекційними засобами — гумові рукавички та, за потреби, захисні окуляри. Одяг не повинен мати звисаючих кінців, які можуть потрапити у рухомі частини транспортерів або роликів. Волосся має бути прибрано під головний убір.

Перед запуском лінії необхідно перевірити справність обладнання, наявність і надійність захисних кожухів, огорожень, заземлення, стан електричних кабелів, кнопок керування та аварійного вимикача. Також слід переконатися, що на транспортерах, роликах, щітках і в мийній камері немає сторонніх предметів. Забороняється запускати лінію за наявності несправних огорожень, пошкоджених електричних проводів, витікання води на електрообладнання або стороннього шуму в приводах.

Пуск обладнання дозволяється виконувати тільки після попередження працівників, які перебувають біля лінії. Після запуску слід перевірити роботу транспортерів у холостому режимі: рух повинен бути плавним, без ривків, перекосів, сторонніх стуків і вібрацій. При виявленні несправностей обладнання необхідно негайно зупинити та повідомити відповідальну особу.

Під час роботи оператор повинен стежити за рівномірним надходженням яєць на лінію, правильним проходженням продукції через мийну машину, якістю сушіння, овоскопування, сортування, маркування та пакування. Не допускається накопичення яєць у місцях переходу між транспортерами, оскільки це може призвести до бою продукції та аварійної зупинки обладнання.

Забороняється під час роботи лінії торкатися руками рухомих транспортерів, роликів, щіток, шківів, ременів, ланцюгів та інших обертових частин. Не можна очищати, регулювати, змащувати або ремонтувати обладнання без повної зупинки та відключення від електроживлення. Видалення розбитих яєць, шкаралупи або забруднень із робочої зони дозволяється лише після зупинки відповідного механізму.

Під час обслуговування яйцемийної машини необхідно контролювати подачу мийного розчину, роботу щіток, роликів, лотка для стікання рідини

та сушильної секції. Не допускається розбризування води на електродвигуни, пульт керування, датчики та електричні з'єднання. У разі появи протікання, засмічення лотка або утворення калюж на підлозі роботу слід припинити до усунення несправності.

Мийні та дезінфекційні засоби необхідно використовувати тільки відповідно до інструкції. Їх потрібно зберігати в промаркованій тарі, у спеціально відведеному місці. Забороняється змішувати хімічні засоби без дозволу відповідальної особи, переливати їх у непідписані ємності або використовувати розчини невідомого складу. При потраплянні розчину на шкіру чи в очі необхідно негайно промити уражене місце великою кількістю води та звернутися по допомогу.

Під час овоскопування оператор повинен уникати тривалого напруження зору та працювати при справному освітленні. Робоче місце має бути організоване так, щоб працівник мав зручний доступ до органів керування, тари, лотків і пакувальних матеріалів. Не допускається захаращення проходів, розміщення тари в місцях руху працівників або біля аварійних виходів.

Під час пакування яєць необхідно стежити за правильним укладанням продукції в лотки або коробки. Тара має бути чистою, сухою та справною. Пошкоджену тару використовувати не допускається, оскільки вона може спричинити падіння або пошкодження яєць під час переміщення. Переносити заповнені коробки слід із дотриманням правил безпечного підіймання вантажів, не перевантажуючи працівника.

Після завершення роботи оператор повинен зупинити технологічну лінію, відключити обладнання від електроживлення, очистити робочі поверхні, транспортери, лотки, мийну секцію та пакувальну зону від забруднень. Санітарне миття обладнання слід проводити тільки після повної зупинки рухомих частин. Після очищення необхідно прибрати робоче місце, видалити відходи, промити підлогу та переконатися у відсутності калюж і слизьких ділянок.

У разі аварійної ситуації, появи диму, запаху горілої ізоляції, ураження працівника електричним струмом, заклинювання механізмів, значного витікання води або мийного розчину оператор повинен негайно натиснути аварійну кнопку зупинки, відключити обладнання від електроживлення та повідомити відповідальну особу. Самостійно усувати електричні несправності працівнику забороняється.

4.3. Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в господарстві

Для забезпечення безпечних умов праці в господарстві необхідно впроваджувати комплекс організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і профілактичних заходів. Основна увага повинна приділятися безпечній експлуатації технологічної лінії збору та обробки яєць, справності електрообладнання, запобіганню травмуванню працівників рухомими частинами машин, зменшенню впливу шкідливих виробничих факторів та поліпшенню санітарного стану робочої зони.

Насамперед у господарстві необхідно забезпечити систематичне проведення інструктажів з охорони праці. Усі працівники, які обслуговують лінію первинної обробки яєць, повинні проходити вступний, первинний, повторний та, за необхідності, позаплановий інструктажі. Особливу увагу під час інструктажів слід приділяти правилам безпечної роботи з транспортерами, яйцемийною машиною, сушильним обладнанням, овоскопом, пакувальним вузлом, електрообладнанням і мийними засобами.

Необхідно забезпечити наявність і актуальність інструкцій з охорони праці для оператора яйцескладу, оператора яйцемийної машини, електромонтера, працівників, які виконують санітарну обробку обладнання, а також для персоналу, що працює з мийними та дезінфекційними речовинами. Інструкції мають бути розміщені в доступному для працівників місці та містити порядок дій до початку роботи, під час роботи, після її завершення і в аварійних ситуаціях.

Для зниження ризику травмування всі рухомі та обертові частини обладнання повинні бути закриті захисними кожухами або огороженнями. Це стосується приводів транспортерів, роликів, щіток, ремінних і ланцюгових передач, муфт, шківів та інших механізмів. Огороження мають бути надійно закріплені та не повинні зніматися під час роботи обладнання. Запуск лінії без захисних кожухів не допускається.

В технологічній лінії необхідно передбачити аварійні кнопки зупинки в місцях постійного перебування оператора, біля мийної секції, зони пакування та пункту керування. Кнопки аварійної зупинки повинні бути добре помітними, доступними та справними. Їх справність необхідно періодично перевіряти під час технічного обслуговування обладнання.

Особливе значення має забезпечення електробезпеки. Усе електрообладнання повинно бути заземлене, електричні шафи — закриті, кабелі - захищені від механічних пошкоджень і вологи. У зоні мийної машини, де можливе потрапляння води та мийного розчину, електродвигуни, датчики й пульти керування повинні мати відповідний рівень захисту від вологи. Ремонт електрообладнання дозволяється виконувати тільки спеціально навченому персоналу.

Для запобігання падінням і травмам у приміщенні яйцескладу необхідно підтримувати підлогу в чистому та сухому стані. У місцях можливого потрапляння води або мийного розчину слід передбачити водовідвідні трапи, лотки або ухили підлоги до каналізаційних приймачів. Поверхня підлоги повинна бути неслизькою, а працівники мають використовувати спецвзуття з протиковзною підошвою.

З метою поліпшення умов праці необхідно забезпечити достатню вентиляцію приміщення. У зоні первинної обробки яєць можливе утворення підвищеної вологості, запахів від забруднень, а також випаровування мийних та дезінфекційних розчинів. Тому приміщення повинно мати справну припливно-витяжну вентиляцію, яка забезпечує видалення вологого повітря та підтримання нормального мікроклімату.

Освітлення робочих місць повинно бути достатнім для виконання операцій контролю якості, овоскопування, сортування, пакування та обслуговування обладнання. Недостатнє освітлення спричиняє втому зору, помилки під час сортування і підвищує ризик травмування. Світильники слід розміщувати так, щоб уникати різких тіней, засліплення працівника та відблисків на поверхнях обладнання.

Для зниження фізичного навантаження на оператора необхідно правильно організувати робоче місце. Лотки, пакувальні матеріали, тара та інструменти повинні бути розміщені в зоні зручного доступу. Висота робочих столів, транспортерів і пакувальних місць має відповідати антропометричним параметрам працівників, щоб зменшити нахили тулуба, зайві рухи та тривалу роботу у вимушеній позі.

Під час переміщення заповнених коробів із яйцями слід застосовувати візки, роликові столи або інші допоміжні засоби механізації. Це дозволить зменшити ручне перенесення вантажів і знизити навантаження на опорно-руховий апарат працівників. Не рекомендується організовувати роботу так, щоб оператор постійно піднімав і переносив важку тару вручну.

Усі працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту: спецодягом, головними уборами, гумовими або полімерними рукавичками, неслизьким спецвзуттям, а під час роботи з мийними та дезінфекційними засобами - захисними окулярами або щитком. Засоби індивідуального захисту повинні бути справними, чистими та використовуватися за призначенням.

Для безпечної роботи з мийними та дезінфекційними засобами необхідно організувати їх правильне зберігання. Вони повинні зберігатися у промаркованій тарі в спеціально відведеному місці. Забороняється переливати хімічні засоби в непідписані ємності, змішувати їх без відповідних інструкцій або використовувати розчини невідомого складу. Біля місця приготування розчинів повинні бути інструкції, засоби

індивідуального захисту та доступ до води для промивання у разі випадкового потрапляння розчину на шкіру чи в очі.

Для підтримання санітарного стану виробничого приміщення необхідно після кожної зміни проводити очищення транспортерів, яйцемийної машини, лотків, робочих столів, пакувального вузла та підлоги. Санітарну обробку обладнання треба виконувати лише після повної зупинки машин і відключення електроживлення. Використання води поблизу електрообладнання допускається тільки за умови дотримання вимог електробезпеки.

Доцільно впровадити графік планово-попереджувального обслуговування технологічної лінії. Регулярному контролю підлягають транспортерні стрічки, ролики, щітки, напрямні, підшипники, приводи, електродвигуни, пульти керування, датчики та лотки для відведення мийного розчину. Своєчасна заміна зношених деталей дозволяє запобігти аварійним зупинкам і зменшити ризик травмування персоналу.

У господарстві необхідно вести журнали обліку інструктажів, технічного обслуговування обладнання, перевірки заземлення, обліку видачі засобів індивідуального захисту та реєстрації нещасних випадків.

У приміщенні яйцескладу повинні бути первинні засоби пожежогасіння, аптечка першої допомоги, схема евакуації та вільні проходи до аварійних виходів. Забороняється захаращувати проходи тарою, інвентарем або пакувальними матеріалами. Працівники повинні знати порядок дій у разі пожежі, аварії, травмування або відключення електроенергії.

4.4. Висновки

У цьому розділі дипломного проєкту ми виконали аналіз стану безпеки праці в господарстві, обґрунтували та запропонували вимоги безпеки праці операторів яйцескладу при первинній обробці яєць.

5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

5.1. Розрахунок економічної ефективності

Економічна ефективність запропонованого удосконалення визначається з урахуванням зменшення втрат продукції від бою яєць, скорочення часу на очищення робочої зони від розбитих яєць і витрат на модернізацію мийного вузла яйцемийної машини.

Запропоноване удосконалення передбачає встановлення м'якої верхньої щітки-притискача, бокових еластичних напрямних, бокових мийних щіток, пружинно-регульовального механізму, траверси кріплення та лотка для стікання мийного розчину. Основний економічний ефект досягається за рахунок зменшення механічного пошкодження яєць під час проходження через мийну камеру.

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для економічного розрахунку

Показник	Умовне позначення	Значення до вдосконалення	Значення після вдосконалення
Добова кількість яєць, шт./добу	$Q_{доб}$	22266	22266
Річна кількість яєць, шт./рік	$Q_{річ}$	8127000	8127000
Частка бою яєць, %	b	1,2	0,9
Зменшення частки бою, %	Δb	-	0,3
Середня ціна одного яйця, грн/шт.	$C_{я}$	4,5	4,5
Заробітна плата працівника, грн/год	$C_{роб}$	150	150
Скорочення часу на прибирання та усунення заторів, хв/добу	Δt_{∂}	-	10
Кількість днів роботи на рік	d	365	365
Загальна вартість модернізації, грн	B_m	-	12200

Вартість модернізації визначається за сумою витрат на виготовлення або придбання основних деталей, монтаж і встановлення удосконаленого вузла. Орієнтовний склад витрат наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Орієнтовна вартість модернізації мийного вузла

Найменування елемента	Кількість, шт.	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
Бокова еластична напрямна	2	700	1400
М'яка верхня щітка-притискач	1	2500	2500
Бокова мийна щітка	6	900	5400
Регулювальний гвинт	4	250	1000
Пружина	4	150	600
Лоток для мийного розчину	1	2500	2500
Кріпильні та монтажні елементи	1 комплект	1000	1000
Монтажні роботи	8 год.	150	1200
Разом	-	-	15600

Отже загальна вартість модернізації:

$$B_m = 15600 \text{ грн.}$$

Кількість яєць, збережених за рахунок зменшення бою, визначаємо за формулою:

$$Q_{зб} = Q_{річ} \cdot \frac{\Delta b}{100} = 8127000 \cdot \frac{0,3}{100} = 24381 \text{ шт./рік} \quad (5.1)$$

Річну економію від зменшення бою яєць визначаємо за формулою:

$$E_{я} = Q_{зб} \cdot C_{я} = 24381 \cdot 4,5 = 109714,5 \text{ грн/рік} \quad (5.2)$$

Додатково удосконалення дозволяє скоротити витрати часу на очищення робочої зони від розбитих яєць, видалення забруднень і усунення короткочасних заторів. Приймаємо, що після модернізації добова економія часу становить 10 хв/добу.

Річну економію робочого часу визначаємо за формулою:

$$T_e = \Delta t_d \cdot \frac{d}{60} = 10 \cdot \frac{365}{60} = 60,8 \text{ год/рік} \quad (5.3)$$

Річну економію на оплаті праці визначаємо за формулою:

$$E_{пл} = T_e \cdot C_{роб} = 60,8 \cdot 150 = 9120 \text{ грн/рік} \quad (5.4)$$

Загальну річну економію визначаємо як суму економії від зменшення бою яєць і економії робочого часу:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{я}} + E_{\text{пл}} = 109715,4 + 9120 = 118834,5 \text{ грн/рік} \quad (5.5)$$

Річний економічний ефект у перший рік з урахуванням витрат на модернізацію визначаємо за формулою:

$$E = E_{\text{заг}} - B_{\text{м}} = 118834,5 - 15600 = 103234,5 \text{ грн/рік} \quad (5.6)$$

Термін окупності модернізації визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{B_{\text{м}}}{E_{\text{заг}}} = \frac{15600}{118834,5} = 0,131 \text{ роки (1,6 місяця)} \quad (5.7)$$

Отримані результати зводимо в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Економічна ефективність проекту

Параметр	Значення	
	Базове обладнання	Удосконалене обладнання
Річна кількість яєць, шт/рік	8127000	
Частка бою яєць, %	1,2	0,9
К-ть пошкоджених яєць, шт/рік	97524	73143
Втрати від бою яєць, грн/рік	438858	329143
Витрати робочого часу, год/рік	365	304,2
Витрати на оплату праці, грн/рік	54750	45630
Загальна вартість модернізації, грн	-	15600
Річний економічний ефект, грн	-	103234,5
Термін окупності, місяців	-	1,6

5.2. Висновки

Проведені економічні розрахунки показують, що запропоноване удосконалення яйцемийної машини є економічно доцільним. Модернізація передбачає встановлення м'якої верхньої щітки-притискача, двох бокових еластичних напрямних, шести бокових мийних щіток, чотирьох регулювальних гвинтів, чотирьох пружин і лотка для стікання мийного розчину.

Загальна вартість модернізації становить 15600 грн. За рахунок зменшення частки бою яєць з 1,2 % до 0,9 % протягом року додатково зберігається 24381 яйце, що забезпечує економію 109714,5 грн/рік. Додаткова економія робочого часу становить 60,8 год/рік, або 9120 грн/рік.

Загальна річна економія від впровадження удосконалення становить 118834,5 грн/рік, а річний економічний ефект у перший рік з урахуванням витрат на модернізацію — 103234,5 грн/рік. Термін окупності модернізації складає приблизно 1,6 місяця, що свідчить про високу економічну ефективність запропонованого технічного рішення.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ДО ПРОЄКТУ

У дипломному проєкті розглянуто питання удосконалення технологічної лінії збору та обробки яєць на промисловій птахофермі. Актуальність теми обумовлена важливим значенням галузі птахівництва для агропромислового комплексу України, необхідністю підвищення якості харчових яєць, зменшення виробничих втрат і впровадження сучасних технічних рішень у процесі збору, транспортування та первинної обробки продукції.

У першому розділі було проаналізовано сучасний стан промислового птахівництва в Україні, існуючі технології утримання курей-несучок, умови виробництва харчових яєць і вимоги до технологічних процесів. Встановлено, що птахівництво залишається однією з найбільш важливих і перспективних галузей тваринництва, а виробництво яєць потребує високого рівня механізації, автоматизації та дотримання санітарно-технологічних вимог. Також обґрунтовано необхідність удосконалення технологічної лінії збору та обробки яєць для зниження втрат продукції, покращення її товарного вигляду та підвищення ефективності роботи птахоферми.

У другому розділі виконано проєктування лінії збору та обробки яєць для пташника розміром 18×96 м з клітковим обладнанням типу Л-112. Як продуктивний крос прийнято хайсекс браун. Розглянуто зоотехнічні вимоги до процесу збору, транспортування, миття, сушіння, овоскопування, сортування, маркування, пакування та зберігання яєць. Встановлено, що технологічний процес повинен забезпечувати своєчасний збір яєць, мінімізацію ручної праці, зниження бою, дотримання вимог біобезпеки та стабільну роботу обладнання.

Для обробки продукції було обґрунтовано технологічну схему, яка передбачає послідовне виконання основних операцій: збір яєць із кліткових батарей, миття та первинну обробку, сушіння, овоскопування, сортування,

маркування, пакування, холодильне зберігання і транспортування. Така схема відповідає технології виробництва товарних харчових яєць у шкаралупі без їх розбивання.

У третьому розділі розроблено варіант удосконалення яйцемийної машини, яка входить до складу технологічної лінії. Встановлено, що мийна секція є однією з найбільш відповідальних ділянок, оскільки під час миття яйця контактують із роликівим транспортером, щітками, напрямними елементами та мийним розчином. За недостатньої стабілізації положення яєць можливі бокові зміщення, нерівномірне обертання, зіткнення з елементами машини та механічні пошкодження шкаралупи.

Запропоноване удосконалення полягає у встановленні м'якої верхньої щітки-притискача, бокових еластичних напрямних, бокових мийних щіток, пружинно-регульовального механізму та лотка для стікання мийного розчину. М'яка верхня щітка-притискач забезпечує делікатний контакт із яйцем зверху, стабілізує його положення та одночасно очищує поверхню шкаралупи. Бокові еластичні напрямні зменшують поперечне зміщення яєць, а бокові щітки покращують очищення бічних поверхонь. Таке рішення дозволяє зменшити механічне навантаження на яйця, підвищити стабільність їх руху через мийну камеру та покращити якість миття.

У розділі з охорони праці розглянуто основні небезпечні та шкідливі фактори під час експлуатації лінії збору й обробки яєць. До них належать рухомі частини транспортерів, роликів і щіток, підвищена вологість у зоні миття, можливість ураження електричним струмом, контакт із мийними та дезінфекційними засобами, слизька підлога, шум і біологічні забруднення. Запропоновано заходи щодо підвищення безпеки праці: використання захисних кожухів, справних аварійних вимикачів, засобів індивідуального захисту, дотримання правил електробезпеки, організація планово-попереджувального обслуговування та підтримання належного санітарного стану робочої зони.

У п'ятому розділі визначено економічну ефективність запропонованого удосконалення. Загальна вартість модернізації становить 15600 грн. За рахунок зменшення частки бою яєць з 1,2 % до 0,9 % протягом року додатково зберігається 24381 яйце. Річна економія від зменшення втрат продукції становить 109714,5 грн, а економія робочого часу — 9120 грн. Загальна річна економія складає 118834,5 грн, річний економічний ефект у перший рік — 103234,5 грн, а термін окупності модернізації становить приблизно 1,6 місяця.

На основі виконаного проєкту можна запропонувати впровадити розроблене удосконалення на діючих яйцемийних машинах промислових птахоферм, де спостерігається підвищений рівень бою яєць під час миття та первинної обробки. Доцільно застосовувати м'які контактні елементи з харчових еластомерних матеріалів, передбачати регулювання притискового зусилля щітки-притискача залежно від розміру яєць, регулярно контролювати стан бокових еластичних напрямних і своєчасно замінювати зношені елементи. Також рекомендовано проводити планово-попереджувальне обслуговування мийного вузла, контролювати роботу транспортерів і щіток, підтримувати належний санітарний стан лінії та дотримуватися вимог безпеки праці.

Отже, у дипломному проєкті вирішено поставлене завдання — обґрунтовано та розроблено удосконалення технологічної лінії збору й обробки яєць на промисловій птахофермі. Запропонована модернізація яйцемийної машини забезпечує більш делікатне переміщення яєць у мийній камері, знижує ризик бою та мікропошкоджень шкаралупи, покращує якість очищення, спрощує технічне обслуговування і не потребує повної заміни обладнання. Отримані результати підтверджують технічну доцільність і економічну ефективність запропонованого рішення, що дозволяє рекомендувати його для практичного впровадження.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. <https://surl.li/tnwnpg>
2. <https://agrotimes.ua/interview/rozvytok-ptahivnycztva/>
3. <https://cdn.bigdutchman.com/fileadmin/content/egg/products/en/egg-production-enriched-colony-systems-EUROVENT-EU-Big-Dutchman-en.pdf>
4. <https://buklib.net/books/34240/>
5. <https://gondormachinery.com/product/egg-washing-production-line/>
6. <https://www.agrooven.com.ua/poultry>
7. https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/twarunnuztvo/texnol_vurobn_pro_d_ptaxivnuctva/8/8_2.htm
8. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z0849-01>
9. <https://kormil.com.ua/vyrobnytstvo-inkubatsiynykh-iaiets-osoblyvosti-uspishnoho-biznesu>
10. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни «Машини і обладнання та їх використання в тваринництві» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» ОПП «Агроінженерія». Розділ 2. – Дніпро: ДДАЕУ, 2022. 17 с.
11. <https://buklib.net/books/35518/>
12. <https://en.zenyer.cn/Products/Egg-processing-line/301AP-Egg-grader.html>
13. <https://en.zenyer.cn/Products/Egg-printer/402H-Egg-printer.html>
14. <https://en.zenyer.cn/Products/Egg-washer/201A-Egg-washer.html>
15. <https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/06/Eggs-EU-1.0-UKR.pdf>
16. <https://www.sanovogroup.com/en/egg/solutions/egg-processing/egg-washer-12/>
17. Омельченко О. О., Ткач В. Д. Довідник з механізації тваринництва і птахівництва ферм та комплексів. Київ: Урожай, 2012. 270 с.

18. Бондар О. І., Барановська В. Є., Єресько О. В. Екологічна освіта для сталого розвитку у запитаннях та відповідях: науково-методичний посібник для вчителів / за ред. О. І. Бондаря, 2011. 228 с.
19. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
20. Aliiev E. B., Dudin V. Yr., Gavrilchenko A. S. Numerical simulation of mechanic-technological processes of livestock. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2020. Вип. 209. С. 77-79.
21. Ecological and economic assessment of the effectiveness of implementing bioenergy technologies in the conditions of post-war recovery of Ukraine / V. Dudin, 61 M. Polehenka, O. Tkalich and other. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2024. № 1. С. 203–208.
22. Codex Alimentarius. Code of Hygienic Practice for Eggs and Egg Products. CAC/RCP 15-1976
23. <https://www.fao.org/4/y4628e/y4628e05.html>
24. <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/eggs/shell-eggs-farm-table>
25. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/2465/oj/eng
26. <https://foodcomplianceinternational.com/industry-insight/news/3871-commission-amends-egg-marketing-standards>
27. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224420304325?>
28. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10636220/>

ДОДАТКИ

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Інжинірингу технічних систем

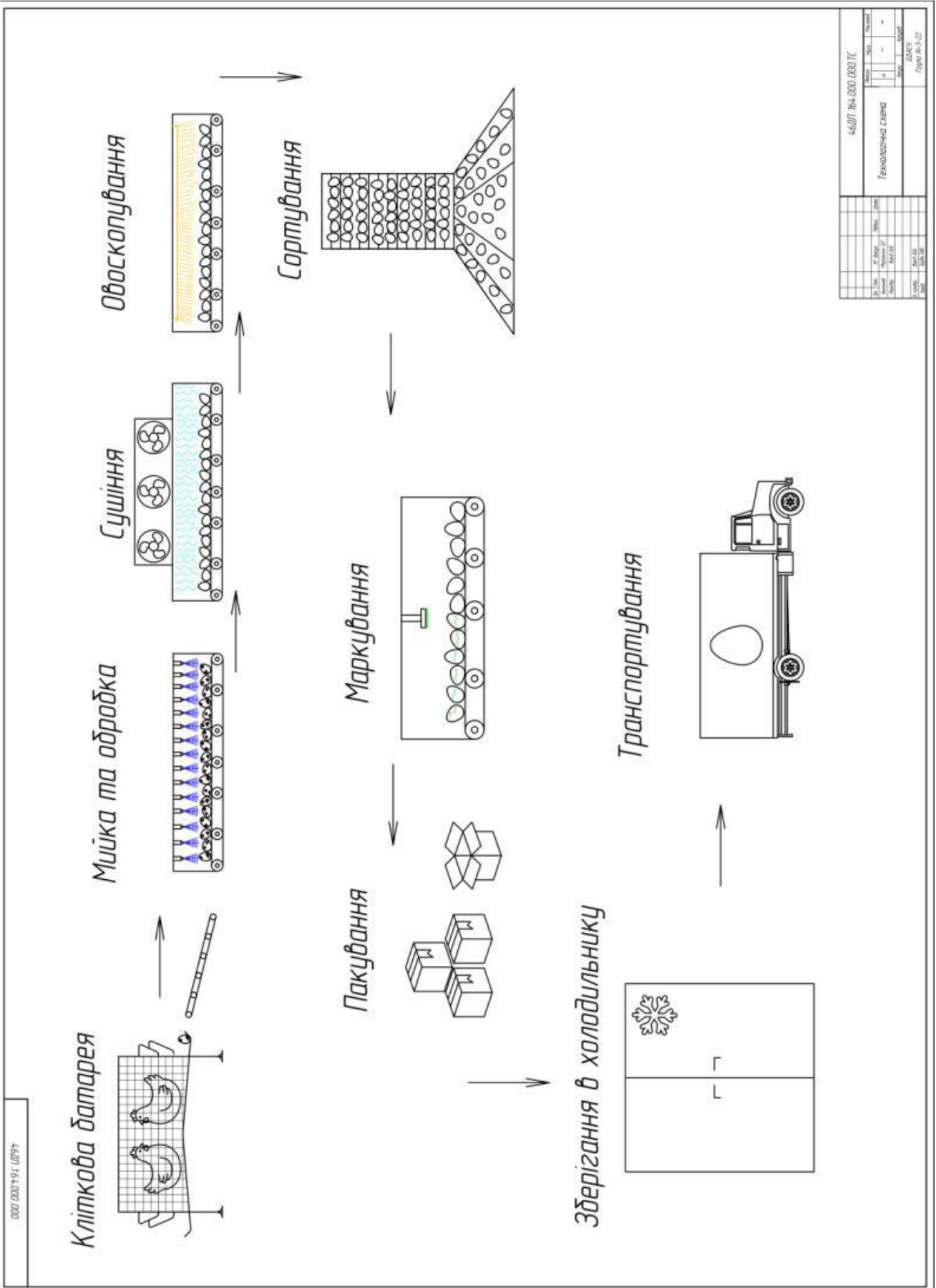
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ЯЄЦЬ НА ПРОМИСЛОВІЙ ПТАХОФЕРМІ

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

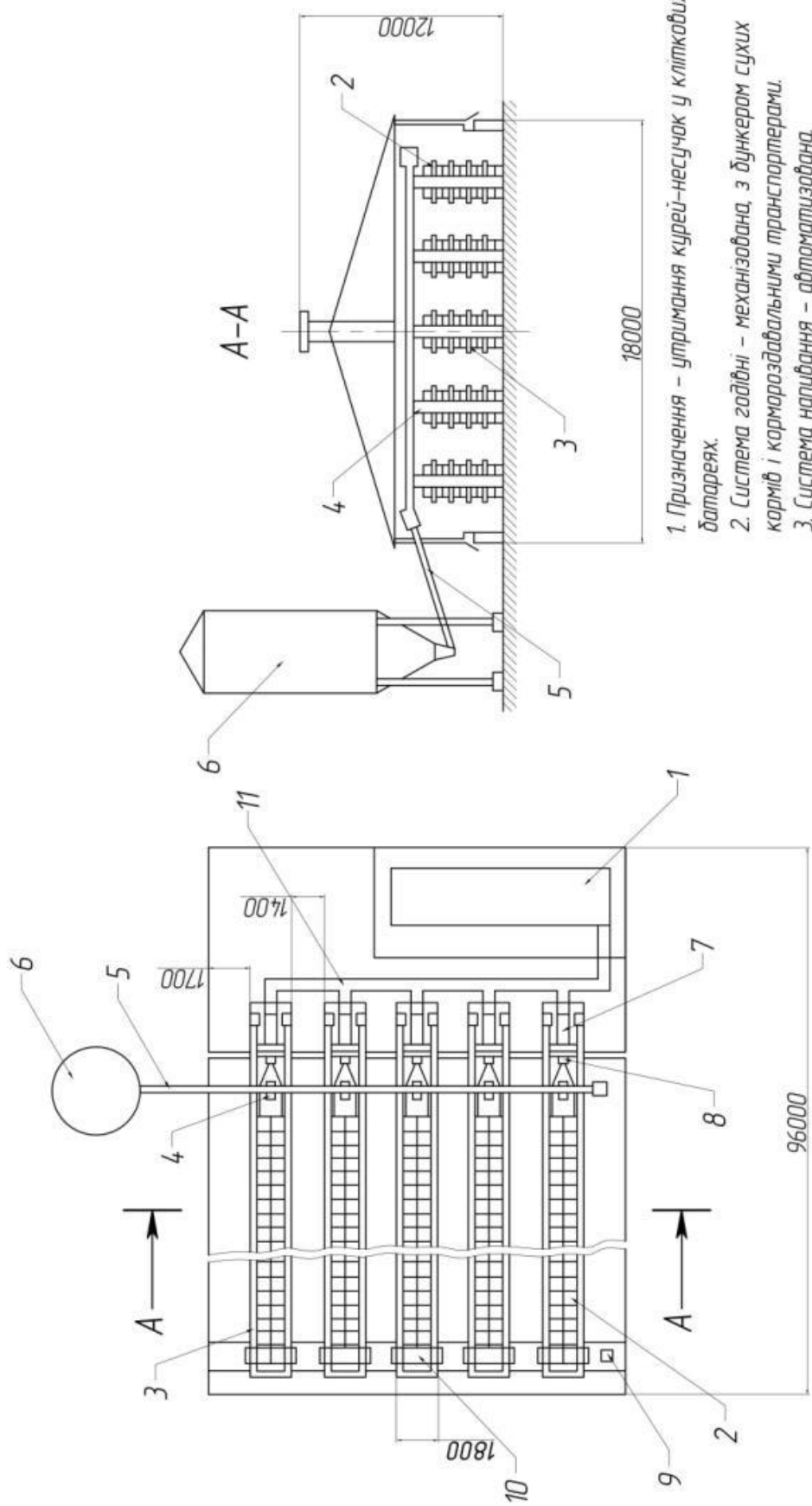
Виконав: студент 4 курсу, групи AI-3-22
Мирошник Дмитро Геннадійович

Керівник: к.т.н., доцент
Івлєв В.В.

Дніпро-2026

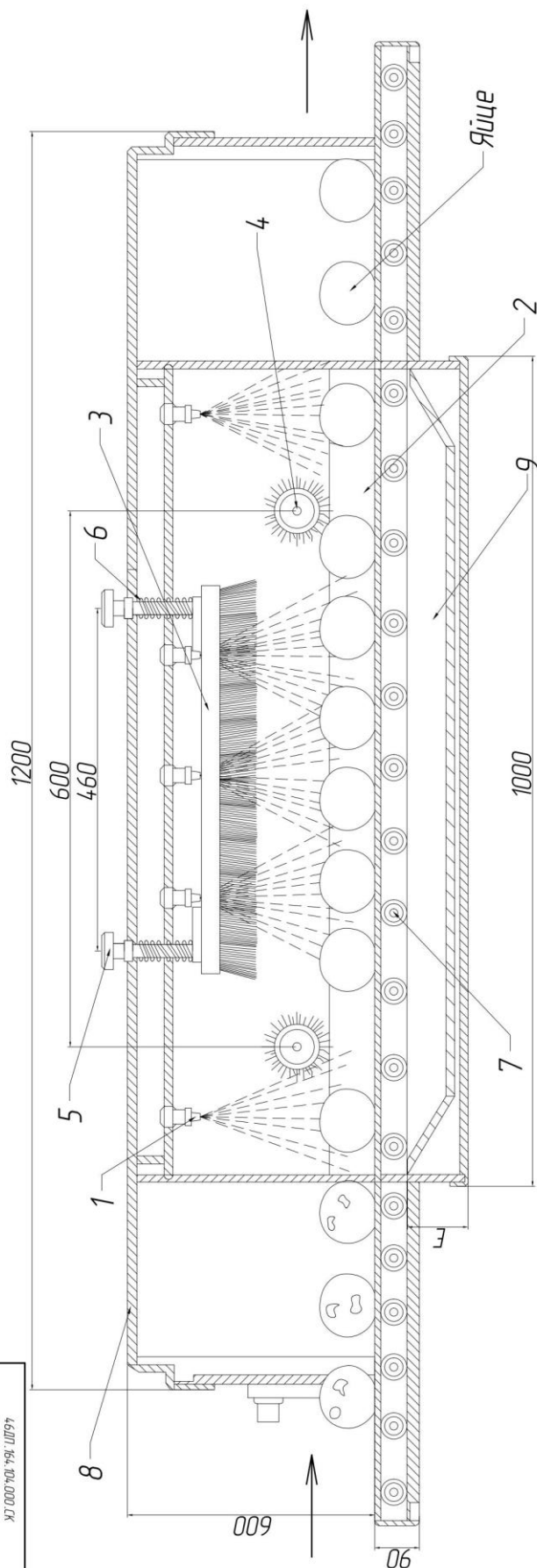


4600 764 000 000 7C		Технологічна карта		ЗДК 07	
№ п/п	Назва	Маса	Вартість	Вартість	Вартість
1	Яйця	1	1	1	1
2	Вода	1	1	1	1
3	Соль	1	1	1	1
4	Сода	1	1	1	1
5	Сірка	1	1	1	1
6	Лінійний	1	1	1	1
7	Лінійний	1	1	1	1
8	Лінійний	1	1	1	1
9	Лінійний	1	1	1	1
10	Лінійний	1	1	1	1
11	Лінійний	1	1	1	1
12	Лінійний	1	1	1	1
13	Лінійний	1	1	1	1
14	Лінійний	1	1	1	1
15	Лінійний	1	1	1	1
16	Лінійний	1	1	1	1
17	Лінійний	1	1	1	1
18	Лінійний	1	1	1	1
19	Лінійний	1	1	1	1
20	Лінійний	1	1	1	1
21	Лінійний	1	1	1	1
22	Лінійний	1	1	1	1
23	Лінійний	1	1	1	1
24	Лінійний	1	1	1	1
25	Лінійний	1	1	1	1
26	Лінійний	1	1	1	1
27	Лінійний	1	1	1	1
28	Лінійний	1	1	1	1
29	Лінійний	1	1	1	1
30	Лінійний	1	1	1	1
31	Лінійний	1	1	1	1
32	Лінійний	1	1	1	1
33	Лінійний	1	1	1	1
34	Лінійний	1	1	1	1
35	Лінійний	1	1	1	1
36	Лінійний	1	1	1	1
37	Лінійний	1	1	1	1
38	Лінійний	1	1	1	1
39	Лінійний	1	1	1	1
40	Лінійний	1	1	1	1
41	Лінійний	1	1	1	1
42	Лінійний	1	1	1	1
43	Лінійний	1	1	1	1
44	Лінійний	1	1	1	1
45	Лінійний	1	1	1	1
46	Лінійний	1	1	1	1
47	Лінійний	1	1	1	1
48	Лінійний	1	1	1	1
49	Лінійний	1	1	1	1
50	Лінійний	1	1	1	1
51	Лінійний	1	1	1	1
52	Лінійний	1	1	1	1
53	Лінійний	1	1	1	1
54	Лінійний	1	1	1	1
55	Лінійний	1	1	1	1
56	Лінійний	1	1	1	1
57	Лінійний	1	1	1	1
58	Лінійний	1	1	1	1
59	Лінійний	1	1	1	1
60	Лінійний	1	1	1	1
61	Лінійний	1	1	1	1
62	Лінійний	1	1	1	1
63	Лінійний	1	1	1	1
64	Лінійний	1	1	1	1
65	Лінійний	1	1	1	1
66	Лінійний	1	1	1	1
67	Лінійний	1	1	1	1
68	Лінійний	1	1	1	1
69	Лінійний	1	1	1	1
70	Лінійний	1	1	1	1
71	Лінійний	1	1	1	1
72	Лінійний	1	1	1	1
73	Лінійний	1	1	1	1
74	Лінійний	1	1	1	1
75	Лінійний	1	1	1	1
76	Лінійний	1	1	1	1
77	Лінійний	1	1	1	1
78	Лінійний	1	1	1	1
79	Лінійний	1	1	1	1
80	Лінійний	1	1	1	1
81	Лінійний	1	1	1	1
82	Лінійний	1	1	1	1
83	Лінійний	1	1	1	1
84	Лінійний	1	1	1	1
85	Лінійний	1	1	1	1
86	Лінійний	1	1	1	1
87	Лінійний	1	1	1	1
88	Лінійний	1	1	1	1
89	Лінійний	1	1	1	1
90	Лінійний	1	1	1	1
91	Лінійний	1	1	1	1
92	Лінійний	1	1	1	1
93	Лінійний	1	1	1	1
94	Лінійний	1	1	1	1
95	Лінійний	1	1	1	1
96	Лінійний	1	1	1	1
97	Лінійний	1	1	1	1
98	Лінійний	1	1	1	1
99	Лінійний	1	1	1	1
100	Лінійний	1	1	1	1



1. Призначення – утримання курей-несучок у кліткових батареях.
2. Система годівні – механізована, з бункером сухих кормів і кормороздавальними транспортерами.
3. Система напування – автоматизована.
4. Система яйцезбору – стрічкова, з подачею яєць до поперечного транспортера.
5. Система прибирання послідів – механізована.

44.071.64.000.000		Курник на 45000 голів		Група А-3-32	
№	Назва	П. Дир.	П. Дир.	П. Дир.	П. Дир.
1	Володимир	Петренко	12	1	1
2	Володимир	Петренко	12	1	1
3	Володимир	Петренко	12	1	1
4	Володимир	Петренко	12	1	1
5	Володимир	Петренко	12	1	1
6	Володимир	Петренко	12	1	1
7	Володимир	Петренко	12	1	1
8	Володимир	Петренко	12	1	1
9	Володимир	Петренко	12	1	1
10	Володимир	Петренко	12	1	1
11	Володимир	Петренко	12	1	1

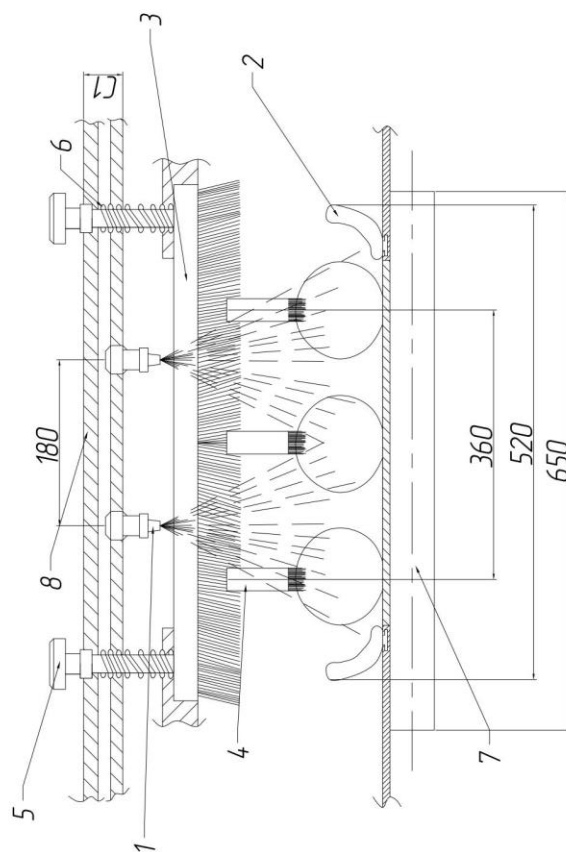


Основні характеристики:

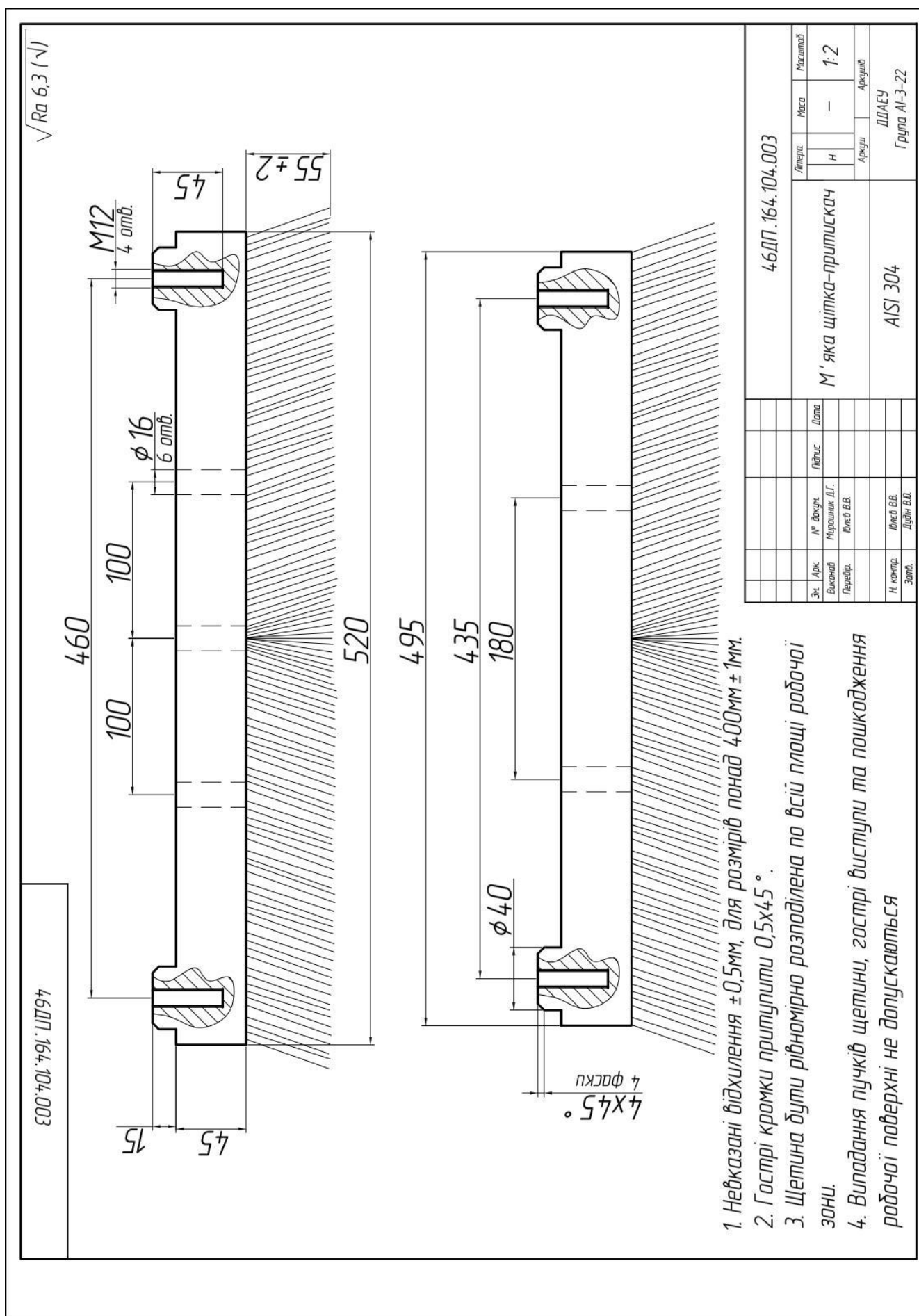
1. Продуктивність – 5000 яєць/год.
2. Напрямок руху – зліва направо.
3. Площа міліної зони 1200х320 мм.

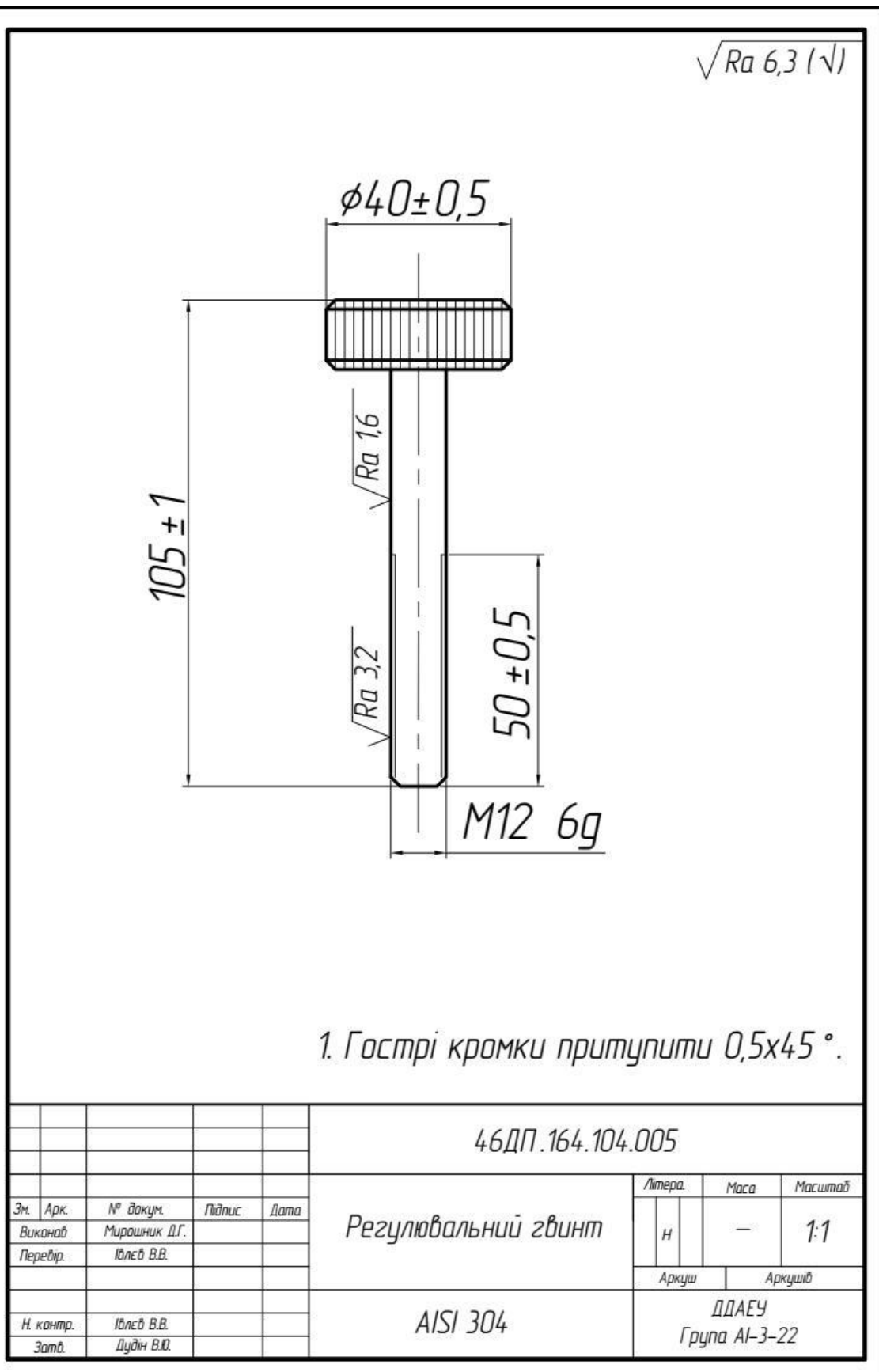
Технічні вимоги:

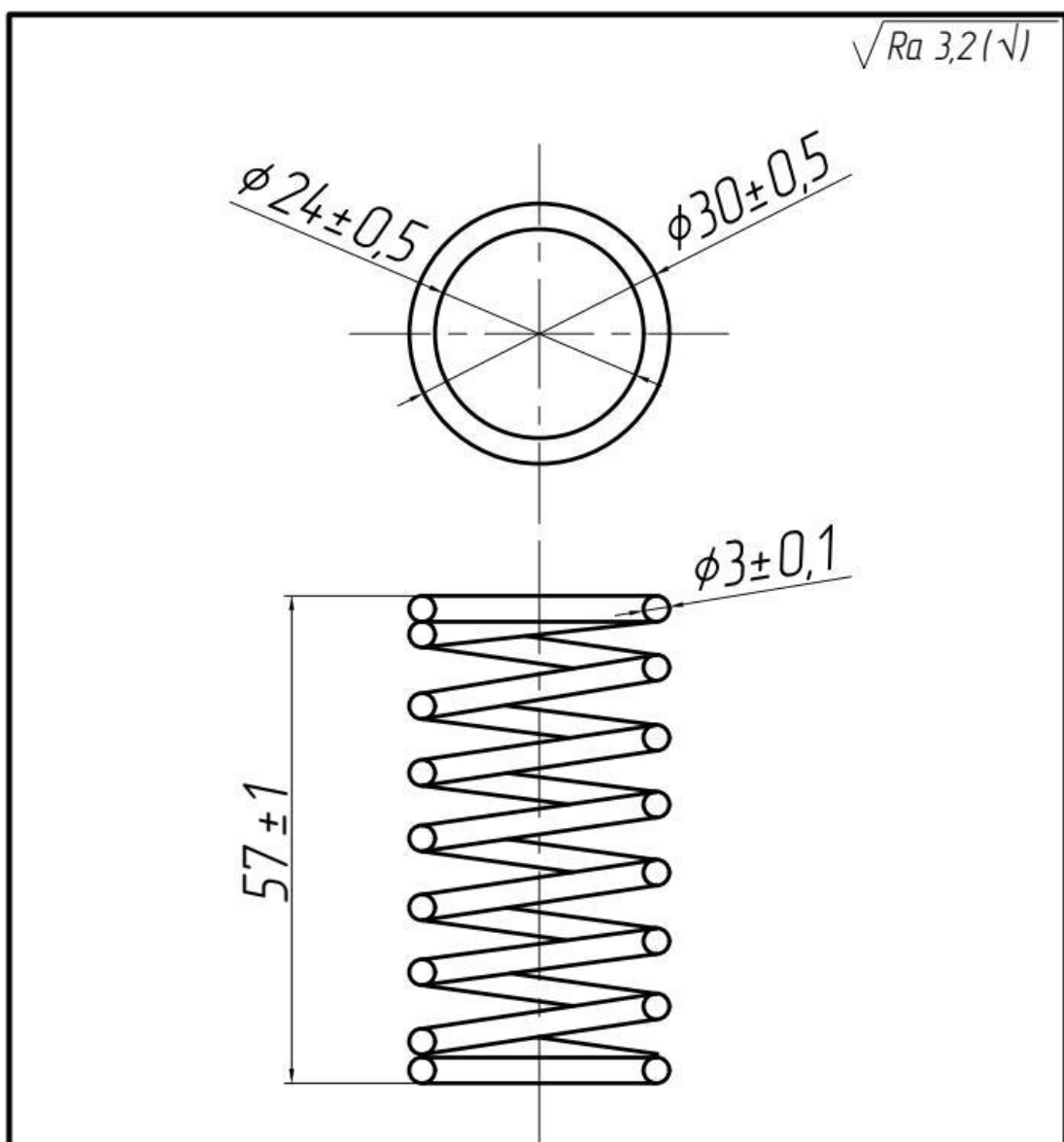
1. Гранічні відхилення розмірів $\pm 0,5$ мм;
2. Робочі поверхні контакту з яццями – не грубіше Ra 3,2.
3. Кріпильні отвори – Н14; різьби – 6Н/6д.
4. Гострі краї притупити 0,5x45°.

[illegible]

[illegible]







1. Кількість витків – 10.
2. Нанести антикорозійне покриття.

					46ДП.164.104.006			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пружина	Літера	Маса	Масштаб
Виконав		Мирошник Д.Г.				Н	—	1,5:1
Перевір.		Юлеб В.В.				Аркуш		Аркушів
Н. контр.		Юлеб В.В.			AISI 316	ДДАЕУ Група АІ-3-22		
Затв.		Дудін В.Ю.						

