

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет механіко-технологічний

ПОГОДЖЕНО

**Декан механіко-технологічного
факультету**

Братішко В.В.

(підпис)

(П.І.Б.)

« ____ » _____ 2025р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри ОПБСТ

Хмельовський В.С.

(підпис)

(П.І.Б.)

« ____ » _____ 2025р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**на тему: Обґрунтування комплекту машин для кролеферми з
дослідженням комбікормового агрегату**

Спеціальність

208 «Агроінженерія»

Магістерська програма

Технології і техніка у тваринництві

Програма підготовки

Освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи:

К.т.н.

Потапова С.Є.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(П.І.Б.)

Гарант освітньої програми:

Проф., д.т.н.

Братішко В. В.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(П.І.Б.)

Виконала:

Кеценко Вікторія Сергіївна

(підпис)

(П.І.Б. студентки)

Київ -2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет механіко-технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри механізації тваринництва

д.т.н., проф.

Хмельовський В.С.

(науковий ступінь,
вчене звання)

(підпис)

(П.І.Б.)

« _____ » _____ 2025р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Кеценко Вікторії Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Магістерська програма Технології і техніка у тваринництві

Програма підготовки Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи Обґрунтування комплекту машин

для кролеферми з дослідженням комбікормового агрегату

затверджена наказом ректора НУБіП України від «13» листопада 2025р. № 2038 С

Термін подання завершеної роботи на кафедру 08 листопада 2025 р.

Вихідні дані до магістерської роботи Техніко-економічна характеристика

господарства, нормативні документи, державні стандарти, стандарти ISO9001, ДСТУ

довідкова література.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- Аналіз виробничих умов та технології утримання кролів
- Розрахунок потреби в технічних засобах
- Технологічне та техніко-економічне обґрунтування вибраного комплекту машин

Дата видачі завдання « 20 » листопада 2024 р.

Керівник магістерської роботи Потапова С.Є.

Завдання прийняв до виконання Кеценко В.С.

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: Обґрунтування комплекту машин для кролеферми з дослідженням комбікормового агрегату.

Робота складається з вступу, 5 розділів, висновків та списку використаних літературних джерел. Викладена на 74 сторінках комп'ютерного тексту, включає 13 таблиць, 31 рисунок.

Мета роботи – підвищення ефективності виробничих процесів на кролефермі шляхом оптимізації існуючої системи машин, і зокрема, конструктивно-технологічної схеми подрібнювача-змішувача комбікормового агрегату.

Об'єкт дослідження – подрібнювач-змішувач агрегату для приготування комбікормів та його технологічний процес.

Предмет досліджень – встановити закономірності впливу параметрів подрібнювача-змішувача на ефективність процесу приготування комбікормів.

Приведена виробничо-економічна характеристика господарства, проведено аналіз існуючої технології виробництва на кролефермі і запропоновано комплекти машин для виконання основних технологічних процесів. Розроблено удосконалений подрібнювач концентрованих кормів та проведені дослідження процесу подрібнення. Запропоновано заходи по покращенню охорони праці та техніки безпеки при виробництві комбікормів.

Ключові слова: кролеферма, комплект машин, комбікормовий агрегат, кормоприготування, подрібнення, змішування, дозування, продуктивність, енергоспоживання, техніко-економічне обґрунтування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА.....	8
1.1 Природно - економічна характеристика підприємства.....	8
1.2 Особливості утримання кролів.....	9
1.3 Кормова база і добові раціони годівлі кролів.....	13
1.4. Існуюча технологія та стан механізації виробничих процесів в тваринництві.....	16
1.5. Обґрунтування теми магістерської роботи.....	19
2 ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКТУ МАШИН ДЛЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА КРОЛЕФЕРМІ.....	21
2.1. Обґрунтування способу утримання тварин.....	21
2.2. Механізація водопостачання та напування.....	27
2.3. Механізація прибирання гною.....	30
2.4. Проектування процесу роздавання кормів.....	33
2.5. Проектування процесу приготування кормів.....	35
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОДРІБНЮВАЧА-ЗМІШУВАЧА КОМБІКОРМІВ.....	39
3.1. Основні компоненти комбікормів для кролів.....	39
3.2. Огляд конструкцій комбікормових агрегатів.....	42
3.3. Розробка конструктивно-функціональної схеми подрібнювача-змішувача.....	46
3.4. Теоретичні дослідження процесу приготування комбікормів.....	50
3.5. Експериментальні дослідження.....	54

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	58
4.1. Загальні положення	58
4.2 Аналіз умов праці на кролефермах	61
4.3 Розрахунок вентиляції кролеферми	64
4.4 Моделювання травмонебезпечних ситуацій	65
4.5. Пожежна безпека тварин	68
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНИХ РІШЕНЬ	70
5.1. Розрахунок річних економічних показників.....	70
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	75

ВСТУП

Провідним напрямком тваринництва у прийдешні роки є суттєве зростання випуску продукції тваринництва на підставі далі глибшої інтенсифікації усього сільськогосподарського виробництва через послідовний перехід його на промислову базу.

Апарати і механізми для тваринництва, на відміну від інших машин сільського господарства, задіюються протягом усього року, окрім того, багато з них перебувають у прямому контакті з тваринами та впливають на їхню віддачу.

Система механізмів для повної механізації тваринництва сприятиме переведенню тваринництва на промислову базу та впровадженню промислової технології, що уявляє собою вдосконалення усіх складників складної біотехнічної системи: людина-машина-тварина. Високі вимоги щодо нової системи машин висуваються до стійкості та сталості її роботи.

Для реалізації повної механізації потрібна міцна кормова база, відповідний ступінь сучасної техніки та технології, стабільне енергозабезпечення. Успіх також залежить від досвіду та обізнаності інженерно-технічних фахівців.

На сьогоднішній день фахове кролівництво в Україні – багатообіцяюча галузь, один із найбільш прибуткових сільськогосподарських напрямків. Збут м'яса кролів має величезний потенціал, адже кролики – це швидкозростаючі, високопродуктивні тварини, що дарують людині чудові за своїми споживчими характеристиками білки та жири, теплий пух і вовну, а також шкурки для шкіряних ремісників.

Серед усіх різновидів м'яса, кроляче за білковою поживністю, соковитістю, м'якістю, смаком та засвоюваністю займає одне з перших місць, поступаючись лише індичці. У м'ясі кролів колагену та еластину менше, ніж у м'ясі інших тварин, і завдяки цьому зростає рівень повноцінних білків. Тому кролятина засвоюється організмом людини легше. У кролятині є всі незамінні амінокислоти. М'ясо кроликів біле, тобто містить невелику кількість міоглобіну. Білок становить 20-22%. При високому вмісті повноцінного білка м'ясо кролів водночас порівняно низько калорійне, що особливо суттєво для людей старшого віку, а також для осіб схильних до надмірної ваги. Якщо у 100 грамах кролятини 168 ккал, то у яловичині 274-335, у баранині-319, а у свинині 389.

Міжм'язова жирова прослойка мають лише добре відгодовані тварини. Жир накопичується у черевній порожнині. У зіставленні з м'ясом інших видів тварин у кролятині менше натрію та холестерину. У 100 г є всього 25 мг. холестерину, у курятині 35 та яловичині 37-48 мг., у свинині 74-126 мг., багато лецитину 700 мг /%. На судинах збираються холестеринові бляшки, а лецитин заважає їх формуванню. Білок засвоюється на 90%, з яловичини на 62%. М'ясо кроликів містить мало кісток 15-16%, ВРХ - 25-30%. Жир кролів доволі легкоплавкий (температура плавлення 22-25°C), отже містить багато

ненасичених жирних кислот: лінолеву, ліноленову, арахідонову, що сприяє його легкому засвоєнню людським організмом. Не має особливого запаху й присмаку. Завдяки високій скоростиглості та плодючості від однієї кролиці на рік можна отримати 60-70 кг. м'яса (у живій вазі).

Розведення кролів на сьогодні є перспективною галуззю тваринництва, яка має великі потенційні змоги нарощування у короткі терміни, темпів виробництва та збільшення обсягів випуску цінного м'яса кролятини. Проте, на думку низки провідних фахівців, досягти її високої рентабельності можна лише за умови організації потужних добре оснащених кролівничих господарств.

Тому, експерти в галузі тваринництва радять використовувати комбікормові агрегати, або навіть будувати власні комбікормові заводи (виходячи з чисельності поголів'я, яке планується утримуватися на господарстві), задля збільшення економічного показника вирощування кролів.

Сучасне комбікормове виробництво, як об'єкт керування, являє собою доволі складну систему. Виробництво комбікормів пов'язане з використанням великої кількості складників, стосовно кожного з яких має бути вичерпна інформація як кількісного, так і якісного характеру.

Для реалізації переваг приготування комбікормів власними силами господарства потрібні прості в обслуговуванні, надійні та порівняно недорогі розмельно-дозуючо-змішувальні агрегати та установки.

У низці приватних фермерських господарств країни гарно зарекомендували себе продуктивністю невеликі комбікормові лінії (цехи) 5-10 т/год. Практика експлуатації таких систем демонструє, що вироблення комбікормів та кормових сумішей має суттєві переваги у порівнянні з традиційним виробництвом їх на великих державних підприємствах із придбанням кормів та їх транспортуванням до місць споживання.

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА

1.1 Природно-економічна характеристика підприємства

ТОВ «Ферма Кролікофф» знаходиться в екологічно чистому регіоні в Черкаській обл., Маньківського р-ну, с. Іваньки.

Черкаська область розташована в Центральній Україні, що надає відносно легкий доступ до ринків збуту. Кліматичні умови мають типову температуру і водний режим, помірний та сприятливий клімат. Середньорічна кількість опадів становить 530-550 мм, більша частина з них випадає у червні-липні – 70-76 мм, найменша кількість – 26-28 мм випадає у січні-лютому. Загальний напрямок вітру навесні – східний, влітку – західний та північно-західний.

Період із середньодобовою температурою понад 8°C триває довше середнього, 200 днів, з типовою денною температурою понад 15°C він триває понад 130 днів. Найхолодніший період – січень-лютий, найтепліший – липень. Типова тривалість вегетації 200-210 днів, сумарна температура 2800-3000°C.

З наведеної інформації бачимо, що кількість сприятливих днів є достатньою для сільськогосподарських культур, у тому числі овочевих. Рельєф господарства відзначається невеликим ухилом, місцями пологим, внаслідок розвитку мікрорельєфу, помітні улоговини та западини. Ґрунтові води залягають на глибині 3-7 метрів.

Ґрунти в господарстві складаються з багатьох різновидів і типів. Основний ґрунт – це чорнозем, який має гумусовий шар в межах до 120-125 см і містить гумусу 4-7%. Невелику частку ґрунтів складають – опідзолені, з глибиною гумусового шару від 85-90 см до 50-60 см і вмістом гумусу 2,5-5%.

До комплексу кролеферми входить: ферми з вирощування кролів, селекційно-племінне господарство, комбікормовий завод, сучасний забійно-переробний пункт, власна логістика.

Завдяки тому, що компанія володіє всіма необхідними виробничими можливостями, вони можуть відслідковувати та контролювати якість продукції на усіх етапах виробництва.

Компанія «Кролікофф» – це найбільше фермерське господарство з вирощування м'ясних порід кролів в Україні. Найбільші промислові кролівничі господарства України наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.1. Найбільші промислові кролівничі господарства України

Господарство	Область	Породи (кроси)	Маточне поголів'я, тис. гол.
ТОВ «Кролікофф»	Черкаська	Нула, каліфорнійська, новозеландська біла	12000
ТОВ «Днепр кроль»	Дніпропетровська	Нуplus	5310
ТОВ «Пан кроль»	Полтавська	Нула	2100
ПП «Еліт кріль»	Київська	Нула	1500
ФГ Раббіт Лайф	Полтавська	Нуplus	1700

Ферма збудована на базі французьких технологій, із застосуванням європейського обладнання, що не має аналогів в Україні. На підприємстві впроваджена комплексна механізація, автоматизація, комп'ютеризація усіх виробничих процесів: приміщення обладнані регульованим мікрокліматом, автоматичною подачею води та кормів.

Оскільки, у процесі виробництва сільськогосподарської продукції земля виступає головним засобом виробництва, то від характеру та рівня ефективності її використання залежить розвиток сільськогосподарського виробництва загалом. Ступінь використання земельних угідь характеризується системними показниками. Склад та структура земельних ресурсів відображені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1.2. Склад і структура земельного фонду
ТОВ «ФЕРМА КРОЛІКОФФ»

Угіддя	га	%
Загальна земельна площа	83	100,00
Всього сільськогосподарських угідь	83	100,0
- рілля	81	99,9
- сінокоси	2	0,1
- пасовища	-	-
- плодові насадження	-	-
Ставки та водойми	-	-
Інші землі	-	-

Спеціалізація даної ферми полягає у вирощуванні та розведенні кролів, виробництві готових кормів для тварин, що утримуються на фермах, але основний напрямок компанії становить виробництво м'яса та м'ясної продукції.

1.2 Особливості утримання кролів

Конструкція будівлі для кролекомплексу є ключовим фактором як з економічної точки зору, так і для забезпечення ефективної експлуатації. Кролівничі ферми повинні бути правильно спроектовані й побудовані, оскільки це безпосередньо впливає на продуктивність, санітарний стан та загальну ефективність управління.

Сучасні промислові технології утримання кролів передбачають використання шедів і годування тварин повнораціонними гранульованими

кормами. Це створює сприятливі умови для механізації ключових виробничих процесів. Повна механізація і автоматизація кролівництва можливі лише при будівництві закритих кролеферм із контрольованим мікрокліматом. У таких умовах найбільш результативно вирішуються питання річного утримання тварин, механізації прибирання гною та автоматизації роздачі кормів.

Наразі деякі господарства вирощують кролів у шедах, які представляють собою будівлі з компактним розташуванням кліток у два ряди фасадом один до одного. Клітки можуть бути одноярусними або двоярусними, обладнаними годівницями та напувалками. Шеда забезпечують можливість застосування базових механізмів для доставки кормів, напування тварин, видалення гною, а також захищають кролів від несприятливих погодних умов, таких як дощ, холодні вітри чи снігопади. Центральна частина шеда зазвичай облаштовується асфальтовим або бетонованим проходом. Освітлення забезпечується скляними фрамугами ліхтарного типу, розміщеними під двосхилим дахом по всій довжині споруди. У теплу пору року ці фрамуги також виконують функцію вентиляції. Додатково у поздовжніх стінах деяких шедів передбачені вентиляційні вікна розміром 20 x 100 см, які захищені металевою сіткою. При двоярусному розташуванні кліток дахи нижнього ряду служать суцільною підлогою для верхнього ярусу.



Рис.1.2.1 та 1.2.2 типове утримання кролів у шедах

Ферма, розрахована на 3000 кролематок, забезпечує виробництво 272 тонн м'яса на рік. Кожен шед передбачає одночасне утримання 170 кролематок із приплодом до 40-денного віку, 20 дорослих самців, 95 ремонтних молодняків (включаючи 10 самців) та 1020 голів молодняку на відгодівлі до досягнення 110-денного віку. Після відлучення кроленят розміщують у групових клітках, виділяючи 0,1 м² на кожну тварину. Переміщення кролів між групами суворо заборонено. У виняткових ситуаціях, здорових тварин одного віку та статі з різних кліток дозволяється розміщувати вільну, продезінфіковану клітку однаковою кількістю. Ремонтних самок тримають групами по чотири тварини, виділяючи по 0,17 м² кожній, а самців — індивідуально з площею 0,23м²(рис.1.2.3).



Рис. 1.2.3. Утримання молодняку кролів

Оптимальні параметри мікроклімату на фермах закритого типу мають свої специфічні вимоги:

- Необхідно створювати умови, сприятливі для продуктивності тварин. Забезпечується контроль температури (обігрів узимку та охолодження влітку), вологості та циркуляції повітря. Споруди слід проєктувати за технологіями теплозбереження для мінімізації енерговтрат.
- Вентиляція — один із основних чинників комфорту тварин. Вона має враховувати кліматичні умови, особливості метаболізму кролів (тепловиділення, вуглекислий газ та інші продукти обміну) та підтримувати належний стан середовища. У фермах із природною вентиляцією забезпечити комфорт важко.
- Місце для ферми рекомендується розташовувати подалі від інших господарств, водойм (для зниження ризику передачі інфекцій) та промислових зон із підвищеним шумом чи поруч із аеропортами, щоб уникнути стресу у тварин.

На промислових фермах кролів утримують у кліткових батареях різних видів із дотриманням певних стандартів: основне стадо та ремонтний молодняк у одноярусних батареях, молодняк на відгодівлі — в одно- або троярусних (максимум три).

Дорослих самців і ремонтних кролів тримають індивідуально, а ремонтних самок і молодняку на відгодівлі — групами. Клітки повинні забезпечувати постійний доступ до води й корму, сприяти ефективному видаленню екскрементів і виключати травми кінцівок.

У групових утриманнях переміщення до годівниці має бути організоване так, щоб не турбувати інших тварин. Кліткові батареї встановлюють паралельно повздовжній осі приміщення в один, два або три ряди. Вони не повинні перешкоджати руху повітря, створювати застійні зони чи зменшувати доступ світла.

Багатоярусні батареї створюють певні складнощі: суцільні лотки погіршують освітлення, знижують повітрообмін і ускладнюють

обслуговування, що робить контроль за станом тварин менш ефективним. Зростають і трудові витрати — при двох ярусах на 30–40%, а при трьох — до 80%. Каскадні кліткові батареї є оптимальним рішенням з гігієнічної точки зору, дозволяючи ефективніше використовувати простір і уникати недоліків традиційних багатоярусних систем. Вони забезпечують якісні умови для утримання як кролематок, так і молодняку (рис.1.2.4).



Рис. 1.2.4. Каскадні кліткові батареї для утримання кролів

Конструктивні параметри клітки для утримання кролів:

Габаритні розміри клітки становлять: довжина — 800–1200 мм, ширина— 500–600 мм, висота — 450 мм.

Бокові стінки та верхня частина конструкції (що одночасно виконує функцію дверцят) виготовляються з оцинкованої зварної сітки з розміром вічок 25×25 мм. Елементи стінок, які формують годівницю для грубих кормів, виконуються із сітки з вічками 25×50 мм, що забезпечує оптимальний доступ тварин до корму при мінімальних втратах.

Підлога клітки, призначеної для утримання кролематки з приплодом, виготовляється із сітки з розміром вічок 16×18 мм, 16×48 мм або 19×19 мм, що запобігає травмуванню молодняку та забезпечує належну гігієну. Для молодняку після відлучення застосовують підлогу з вічками 18×20 мм або 19×19 мм, що відповідає їхній масі та фізіологічним особливостям.

Як альтернативу сітчастому покриттю допускається використання рейкової підлоги з рейок шириною 25–30 мм і просвітом 19 мм між ними. Для виготовлення рейок доцільно використовувати деревину твердих порід, полістирол, поліетилен або металеві профілі.

При тривалому утриманні тварин на металевій сітчастій поверхні рекомендується встановлювати змінні рейкові решітки розміром 500×300 мм, які знижують ризик розвитку пододерматиту, а також сприяють фізіологічному стиранню різців. У разі потреби ці решітки можуть бути замінені дерев'яними дошками аналогічних розмірів.

Молодняк на відгодівлі доцільно розміщувати на сітчастій підлозі з діаметром дроту не менше 1,8–2,0 мм, що забезпечує достатню міцність конструкції. Усі металеві елементи (дріт, рейки тощо) повинні бути оцинковані або покриті шаром полімерного матеріалу, що підвищує корозійну стійкість і подовжує експлуатаційний строк клітки.

1.3 Кормова база і добові раціони годівлі кролів

Біологічні особливості, що визначають потреби кролів у поживних речовинах

Перед формуванням раціону для кролів необхідно враховувати їхні фізіолого-біохімічні особливості травлення та обміну речовин.

Особливості травної системи:

Кролі належать до всеїдних тварин із однокамерним шлунком та розвиненою сліпою кишкою, яка виконує важливу роль у процесах ферментації рослинної клітковини. Завдяки цьому вони ефективно перетравлюють як грубі корми рослинного походження, так і концентровані та комбіновані корми, що містять білкові добавки тваринного походження (м'ясо-кісткове борошно, молочна сироватка, яєчні продукти, меланж).

Репродуктивні та лактаційні особливості:

Фізіологічною особливістю кролиць є суміщення періодів вагітності та лактації. Уже на другу добу після окролу самка може знову входити в статеву охоту та бути готовою до спаровування. Молодняк, залежно від технології вирощування, залишається з матір'ю протягом 30, 45 або 60 діб. У зв'язку з цим раціон лактуючої самки має бути максимально збалансованим за вмістом сирого протеїну, жиру та мінеральних речовин, оскільки виключно зелені корми не здатні забезпечити повноцінні поживні потреби організму у цей період.

Копрофагія як елемент травлення. Кролі характеризуються явищем копрофагії — повторного споживання нічного м'якого калу. Цей процес є фізіологічно необхідним і забезпечує додаткове надходження в організм вітамінів групи В, вітаміну К та протеїнів. За оцінками, до 23% загального надходження амінокислот у раціоні кролів може формуватись саме завдяки копрофагії.

Врахування цих біологічних особливостей дає змогу сформувати оптимальний збалансований раціон, що сприяє зменшенню падежу, покращенню ростових показників молодняку та підвищенню продуктивності поголів'я.

Переваги використання повнораціонних комбікормів у годівлі кролів

У практиці годівлі кролів застосовують два основних підходи:

- комбінування зелених або грубих кормів (трава, сіно) з зерновими добавками;
- використання повнораціонних комбікормів, що містять усі необхідні поживні речовини.

У промисловому кролівництві перевагу надають саме повнораціонним гранульованим комбікормам, оскільки вони забезпечують стабільну якість харчування, спрощують організацію годівлі та підвищують економічну ефективність виробництва.

Основні переваги комбікормів:

Повноцінність і збалансованість. Комбікорм містить оптимальне співвідношення протеїнів, клітковини, жирів, мінералів, вітамінів та профілактичних добавок, які сприяють нормальному функціонуванню травної системи та формуванню якісного хутра. Виробник здійснює контроль складу та мікронутрієнтного балансу, знімаючи з фермера потребу у самостійному підборі компонентів.

Зручність використання. Гранульований комбікорм легко дозувати — його достатньо вносити 3–4 рази на добу, що зменшує витрати праці на обслуговування тварин.

Підвищення продуктивності. Завдяки оптимальному складу поживних речовин забезпечується високий приріст живої маси та покращення якості м'яса— формується туша з високим вмістом внутрішньом'язового жиру.

Профілактичний ефект. Регулярне використання якісного комбікорму знижує ризик шлунково-кишкових захворювань і токсикозів, що особливо важливо при інтенсивних технологіях утримання.

Повнораціонні комбікорми виготовляють із якісної зернової та білкової сировини (овес, ячмінь, пшениця, кукурудза, соєвий або соняшниковий шрот, трав'яне борошно, дріжджі). На виробництві здійснюється суворий контроль якості, включаючи перевірку на наявність мікотоксинів та термічну обробку зерна (екструзія, обсмажування), що знижує мікробіологічні ризики.

Окрім того, гранульована форма корму має перевагу над розсипною, оскільки:

полегшує зберігання та транспортування (компактність упаковки);

сприяє стиральності різців, що є важливою умовою підтримання здоров'я ротової порожнини та травного тракту.

Для різних груп тварин (молодняк, лактуючі та сукрільні самки, поголів'я на відгодівлі) комбікорми відрізняються за вмістом сирого протеїну (16–18%) та сирі клітковини (приблизно 16%). Наявність у складі подрібненої люцерни, конюшини або трав'яного борошна суттєво підвищує поживну цінність корму та забезпечує належну роботу шлунково-кишкового тракту.

Таким чином, використання повнораціонних гранульованих комбікормів у годівлі кролів є науково обґрунтованим і технологічно доцільним методом, який забезпечує високу продуктивність, стабільне здоров'я та економічну ефективність виробництва.

Якісний комбікорм для кролів включає мінеральні компоненти. Це кухонна сіль, крейда, добавки фосфору і сірки. Останній елемент важливий для порід хутряного і пухового напрямку.

Обов'язковими у готовій кормовій суміші для кроликів є вітаміни. Життєво важливими для пухнастиків є:

- вітамін А – впливає на регулярність статевого циклу і виношування молодняку;
- вітамін С – запорука міцного імунітету, що важливо при великій скупченості поголів'я в одному приміщенні;
- вітамін D – необхідний молодняку відразу після народження і в період дорощування, впливає на формування кісток і якість шкірки;
- вітамін Е – впливає на формування м'язових волокон, жировий і білковий обмін речовин в організмі.

З практичної точки зору, самостійне нормування кормових добавок (вітамінно-мінеральних преміксів, білкових концентратів тощо) є для більшості фермерів досить складним завданням. Помилки у визначенні дозувань можуть призвести до дисбалансу поживних речовин, що негативно позначається на рості, відтворній здатності та загальному стані здоров'я тварин. У зв'язку з цим застосування готових повнораціонних комбікормів є найбільш раціональним, економічно вигідним і технологічно зручним рішенням, яке гарантує стабільність поживного складу корму та відповідність зоотехнічним нормам.

Нормування добових раціонів для різних груп тварин

Згідно з рекомендаціями зоотехнічної практики, **середньодобові норми споживання комбікормів кролями становлять:**

- **дорослі тварини** — *приблизно 250 г на голову на добу;*
- **лактуючі та сукрільні самки** — *до 500 г комбікорму на добу, залежно від фізіологічного стану та рівня молочної продуктивності;*
- **молодняк на дорощуванні (після відлучення)** — *100–150 г на голову на добу.*

Таке нормування забезпечує оптимальне задоволення потреб організму в енергії, білках, клітковині, мінералах та вітамінах, що сприяє рівномірному росту молодняку та високій відтворній здатності самок.

Додаткові корми та застереження щодо їх використання

Деякі господарі намагаються урізноманітнити раціон кролів свіжими або соковитими кормами (зеленими травами, овочами). Проте слід враховувати, що не всі види рослин придатні для згодовування, а порушення технології підготовки корму може спричинити серйозні порушення травлення.

Зоотехнічні нормативи категорично забороняють згодовування кролям:

свіжоскошеної вологої трави, оскільки вона часто спричиняє метеоризм (здуття кишечника);

отруйних або подразливих рослин, навіть у підв'яленому стані — таких як гірчиця, молочай, суріпиця, дурман; заборонено також використання сіна, що містить залишки цих рослин;

капусти та червоного буряку у великих кількостях, оскільки надлишок цих кормів викликає діарею, що негативно впливає на ріст, засвоєння поживних речовин та якість хутра.

Таким чином, дотримання нормованої системи годівлі із застосуванням повнораціонних комбікормів є запорукою стабільного приросту живої маси, високої продуктивності та профілактики захворювань травного тракту у кролів.

1.4. Існуюча технологія та стан механізації виробничих процесів в тваринництві

Комплексна механізація всіх виробничих процесів на тваринницьких фермах базується на впровадженні раціонально скомпонованої системи машин та обладнання, що забезпечує повну автоматизацію і механізацію основних технологічних операцій. До таких операцій належать:

- подача та розподіл води для напування тварин;
- заготівля, транспортування, приготування і роздача кормів;
- видалення гною з тваринницьких приміщень;
- транспортування гною до місць тимчасового або постійного зберігання.

Завдяки механізації цих процесів досягається зменшення витрат ручної праці, підвищується продуктивність працівників ферми, а також покращуються санітарно-гігієнічні умови утримання тварин.

Система водопостачання на фермі

Вода на фермах використовується для напування тварин, а також для технологічних, гігієнічних, господарських і протипожежних потреб. Водопостачання господарства забезпечується двома артезіанськими свердловинами, з яких вода подається системою водопроводів загальною довжиною близько 8 км.

Водогінна мережа має кільцеву або змішану конфігурацію, що сприяє рівномірному розподілу тиску та підвищенню надійності водопостачання. Для її будівництва використовуються чавунні, металеві, азбестоцементні та

поліетиленові труби, які відповідають вимогам міцності, герметичності та санітарної безпеки.

Обладнання для утримання кролів

Виробничі приміщення для кролів комплектуються клітковим обладнанням типу **ОКФ-3**, яке забезпечує належні умови утримання тварин.

Основні конструктивні параметри кліток:

- довжина — **800–1200 мм**,
- ширина — **500–600 мм**,
- висота — **450 мм**.

Бокові стінки та верхня частина клітки (яка виконує функцію дверцят) виготовляються з оцинкованої зварної сітки з розміром вічок 25×25 мм. Секції, що утворюють годівницю для грубих кормів, виконуються з сітки з вічками 25×50 мм.

Підлога клітки для утримання кролематки з приплодом виготовляється із сітки з розмірами вічок 16×18 мм, 16×48 мм або 19×19 мм. Для молодняку після відлучення застосовують сітку з розміром вічок 18×20 мм або 19×19 мм.

Як альтернатива сітчастому покриттю може використовуватися рейкова підлога з рейок шириною 25–30 мм і просвітом 19 мм між ними. Рейки виготовляються з твердих порід деревини, полістиролу, поліетилену або металу.

При тривалому утриманні тварин на металевій сітці для профілактики пододерматиту встановлюються змінні рейкові решітки розміром 500×300 мм. Вони не лише знижують навантаження на кінцівки, а й сприяють природному стиранню різців. За необхідності решітки можуть бути замінені дерев'яними дошками аналогічних розмірів.

Молодняк на відгодівлі утримується на сітчастій підлозі з діаметром дроту не менше 1,8–2,0 мм, що гарантує достатню міцність конструкції. Усі металеві елементи клітки (дріт, рейки тощо) повинні бути оцинковані або покриті пластмасовим захисним шаром для запобігання корозії.

Схематичне зображення організації утримання кролів наведено на **рис.1.4.1**, де представлено загальний вигляд кліткових секцій та технологічне розміщення елементів обладнання.

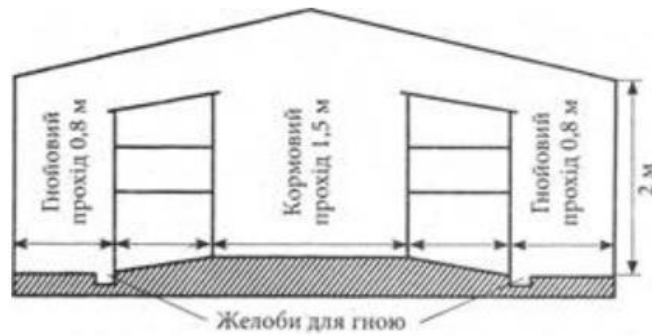


Рис 1.4.1 Шедове утримання кролів

Якщо в клітці цього типу тримати самицю під час окролу, то в ній рекомендовано ставити **матковий будиночок**, який роблять із товстої фанери або дощок (рис.1.4.2). Довжина такого будиночка становить 500 мм, ширина і висота – 300 мм, діаметр отвору – 150–180 мм.

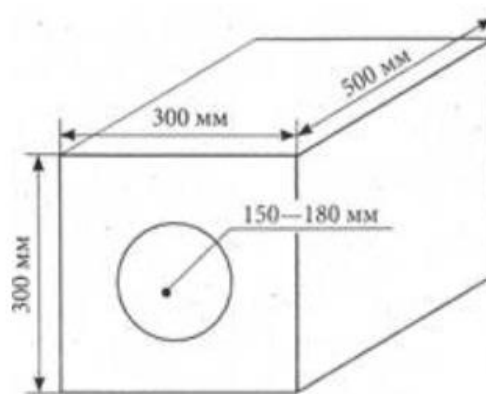


Рис. 1.4.2 Матковий будиночок

Годують кролів із годівниць бункерного і жолобкового типів. Годівниці повинні мати загнутий усередину бортик шириною 8-10 мм (рис1.4.3)



Рис. 1.4.3 Бункерна кормушка для кролів

На кролефермі господарства механізовані наступні технологічні процеси:

- напування тварин;
- видалення гною з приміщень;
- приготування кормів;
- роздавання кормів.

Таблиця 1.4.1. Наявні засоби механізації технологічних процесів у кролівництві

Напування	Lubing 4020
Видалення гною з приміщень	TCH-3Б
Приготування кормів	DPG-150 RabbitLine
Роздавання кормів	RabbitFeeder-10

1.5. Обґрунтування теми магістерської роботи

Сучасний розвиток тваринництва вимагає широкого впровадження механізації та автоматизації технологічних процесів, спрямованих на підвищення продуктивності праці, зниження собівартості продукції та покращення умов утримання тварин. Одним із перспективних напрямів у цій галузі є розвиток кролівництва, яке відзначається високою скоростиглістю, якістю м'яса та шкурок, а також відносно низькими витратами кормів на одиницю продукції.

В умовах сучасного господарювання кролеферми потребують раціонально підбраного комплексу машин та обладнання, який забезпечує виконання всіх основних технологічних процесів — від підготовки та роздавання кормів до видалення гною і підтримання мікроклімату. Оптимальний підбір машин дозволяє не лише знизити трудомісткість виробництва, але й підвищити біобезпеку та стабільність технологічного процесу.

Особливе значення на кролефермах має процес приготування комбікормів, адже якість і структура кормової бази безпосередньо впливають на інтенсивність росту, відтворення та здоров'я поголів'я. Саме тому доцільно провести дослідження роботи комбікормового агрегату, який є ключовою ланкою у системі годівлі кролів.

Ферма «Кролікофф» є прикладом сучасного господарства, що впроваджує механізовані технології утримання тварин. Дослідження, проведене на базі цієї ферми, дозволить оцінити ефективність використання наявного комплексу

машин, визначити техніко-економічні показники роботи комбікормового агрегату, а також надати науково обґрунтовані рекомендації щодо вдосконалення технологічного процесу.

Отже, тема магістерської роботи **«Обґрунтування комплекту машин для кролеферми з дослідженням комбікормового агрегату (ферма “Кролікофф”)**» є актуальною, оскільки спрямована на підвищення ефективності механізованих процесів у кролівництві, раціональне використання технічних ресурсів та забезпечення сталого розвитку галузі тваринництва в Україні.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКТУ МАШИН ДЛЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА КРОЛЕФЕРМІ

2.1. Обґрунтування способу утримання тварин

Ефективність ведення кролівництва та отримання високоякісної продукції галузі визначається раціональною організацією праці, оптимальними умовами утримання тварин і достатнім рівнем механізації виробничих процесів. Генетичний потенціал кролів реалізується найповніше за умови створення сприятливих технологічних параметрів середовища, що забезпечує максимальну збереженість молодняку, високі темпи росту, значний рівень запліднюваності самок і підвищену молочність лактуючих кролиць.

У кролівництві, як і в інших галузях тваринництва, застосовують різноманітні системи виробництва, що визначають технологічні особливості та тип кінцевої продукції. Промислове вирощування кролів передбачає формування оптимального комплексу умов утримання в поєднанні зі збалансованою годівлею, що сприяє підвищенню продуктивності й резистентності тварин до захворювань. На підприємствах використовують різні методи утримання, серед яких одним із найпоширеніших є утримання у приміщеннях із регульованими параметрами мікроклімату відповідно до санітарно-гігієнічних норм.

Будівлі для утримання кролів мають відповідати встановленим нормативам, оскільки оптимальні технологічні умови забезпечують високі показники продуктивності. Кролівничі ферми закритого ангарного типу, споруджені із сендвіч-панелей, обладнуються приточно-витяжною вентиляцією, а системи клімат-контролю підтримують необхідні режими температури, вологості, швидкості повітрообміну та освітлення. Такі комплекси також оснащуються автоматизованими системами напування, годівлі та видалення гною.

Інтенсивні технології виробництва м'ясної продукції передбачають створення взаємопов'язаних елементів виробничого циклу — від кормовиробництва до реалізації готової продукції. У сучасному кролівництві переважно застосовують три технології утримання: шедову, зовнішньокліткову та промислову. На дослідницькому господарстві «Ферма Кролікофф» використовується шедовий метод утримання.

Коректне проектування та спорудження кролівничих комплексів має важливе значення як для економічної ефективності виробництва, так і для забезпечення належних зоогігієнічних умов. За сучасних технологій промислового утримання, що передбачають використання шедів та годівлю повнораціонними гранульованими кормами, створюються необхідні передумови для комплексної механізації виробничих процесів. Автоматизація можлива переважно на фермах закритого типу з регульованим мікрокліматом,

що забезпечує цілорічне стабільне утримання тварин і механізоване прибирання гною та роздачу кормів.

Для утримання кролів рекомендовано застосовувати вдосконалені кліткові конструкції. Клітки виготовляють із деревини, металевої сітки або їх комбінації. Доцільним є використання антикорозійної сітки з розмірами вічок 20×20, 16×48, 20×25 мм; для підлоги — 16×48 мм. Клітки повинні відповідати нормативам щодо площі: оптимальна площа для самців і самок становить 0,50–0,55 м². У період із 25-го дня сукрільності до 30-го дня лактації у клітку встановлюють переносний маточник площею 0,12 м² (40×30×20 см). Клітки можуть бути додатково оснащені стаціонарними маточниками.

У приватних і фермерських господарствах клітки встановлюють на відкритих майданчиках, під навісами або в шедах, зведених за типовими проектами УкрНДІагропроект (806–23, 806–31), що передбачають одно- та двоярусне або комбіноване розміщення кліток. Найпоширенішими будівельними матеріалами для шедів є деревина й плоский або хвилястий шифер.

Приміщення обладнують клітками типу ОКФ-3, довжиною 800–1200 мм, шириною 500–600 мм і висотою 450 мм. Стіни та верх із оцинкованої сітки з вічками 25×25 мм, годівничні стінки — 25×50 мм, дно — 16×18, 16×48 або 19×19 мм залежно від вікової групи. Підлогу також виготовляють із рейок шириною 25–30 мм і проміжками 19 мм. За тривалого утримання на металевих підлогах використовують змінні рейкові решітки 500×300 мм для профілактики пододерматитів та забезпечення стирання різців. На відгодівлі молодняк утримують на сітці з дроту діаметром не менше 1,8–2 мм. Рейки й дріт покривають антикорозійними матеріалами або пластмасою. Утримання кролів наглядно зображене на схемі (рис.2.1.1)



Рис.2.1.1 Шедове утримання кролів, каскадні кліткові батареї

Для племінних кролеферм Інститутом тваринництва УААН розроблена технологія з циклічним відтворенням протягом року, яка забезпечує одержання високоякісного племінного молодняку за комбінованої системи утримання. При цьому маточне поголів'я кролів утримують в приміщеннях, де створюють необхідні умови мікроклімату (температура – в межах 12–16°С, вологість

повітря – 60–80 %, швидкість руху повітря – не більше 0,3 м/с, наявність шкідливих газів (сірководень, вуглекислий газ, аміак) – сліди, освітлення на рівні розміщення тварин – не більше 60 лк)

Рекомендовані розміри індивідуальних кліток для дорослих кролів (в см): довжина 100–120, ширина 55–70, висота передньої стінки 50–60, висота задньої стінки 35–45. Для кролів з живою масою 5 кг і більше розміри кліток повинні бути трохи більші (табл. 2.1.1).

Таблиця 2.1.1 Розміри стаціонарних кліток для утримання дорослих кролів

Розміри кліток, см	Для крупних порід	Для середніх порід
Довжина	150	100–120
Ширина (глибина)	70	60
Висота передньої стінки	75–90	75–90
Висота задньої стінки	45–55	45–55

Під час визначення параметрів групових кліток необхідно враховувати кількість молодняку, запланованого для утримання, з дотриманням нормованої площі на одну тварину: не менше 0,15–0,20 м² сітчастої або рейкової підлоги чи 0,25–0,30 м² суцільної дерев'яної підлоги клітки. У період підвищених температур кліткової конструкції слід розташовувати у затінених, захищених від вітру місцях.

У разі утримання самки в клітці під час окролу рекомендовано встановлювати матковий будиночок, виготовлений із товстої фанери або дерев'яних дощок. Його орієнтовні параметри становлять: довжина — 500 мм, ширина та висота — по 300 мм, діаметр входного отвору — 150–180 мм.

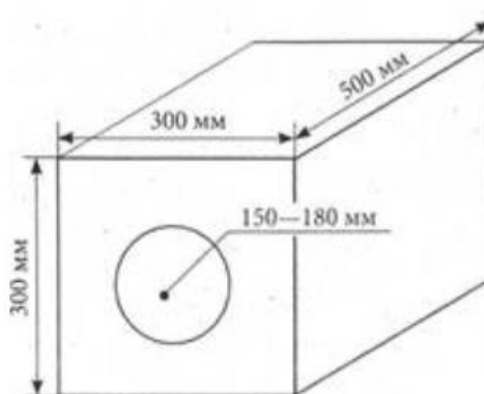


Рис. 2.1.2 Матковий будиночок

Інтенсивне кролівництво ґрунтується на клітковому утриманні тварин. Ключовим завданням зоотехнічної науки та практики виробництва тваринної продукції є формування оптимальних умов годівлі й утримання, що

забезпечують максимальну реалізацію біологічного потенціалу тварин. У кролівництві це передбачає створення середовища, максимально наближеного до природного, з обов'язковим урахуванням потреби кролів у достатній руховій активності. Наявність вигульних майданчиків є важливим елементом будь-якого господарства, оскільки обмеження руху негативно впливає на функціонування серцево-судинної, травної та обмінної систем, що призводить до зниження продуктивності та погіршення збереженості тварин.

Інтенсивна технологія утримання передбачає облаштування виробничих приміщень одно-, дво- і триярусними клітковими батареями, оснащеними ніпельними поїлками, бункерними годівницями, механізованими системами видалення гною та засобами підтримання оптимальних параметрів мікроклімату. Такий підхід забезпечує рівномірне отримання окролів протягом року (6,0–7,0 окролів на самку) та ефективно вирощування молодняку за мінімальних затрат праці й ресурсів. Зооветеринарні розриви між кролівничими підприємствами та іншими тваринницькими об'єктами наведено в таблиці 2.1.2, а площа ферми м'ясо-шкуркового напрямку — у таблиці 2.1.3.

Таблиця 2.1.2 Зооветеринарні розриви між кролівничими підприємствами та іншими тваринницькими об'єктами

Виробничі комплекси та окремі об'єкти	Мінімальні зооветеринарні розриви до кролівничих ферм, м
Ферми великої рогатої худоби	1500
Свинарські та вівчарські ферми	1500
Птахофабрики	1500
Ферми кролівництва та звірівництва	1500
Племінні ферми любого призначення	не менше 3000
Автомагістралі та залізничні траси I та II категорій	не менше 500
Промислові підприємства	не менше 500
Підприємства з переробки продуктів тваринництва	не менше 3000
Житлові масиви	3000–5000
Автомобільні шляхи обласного значення	200

Таблиця 2.1.3 Розрахункова площа кролівничої ферми м'ясо-шкуркового напрямку

Системи утримання	На одну кролематку
Шедова	29
Доросле поголів'я – в закритих крільчатниках, молодняк – в шедах	18
Доросле поголів'я – в закритих одноповерхових крільчатниках, молодняк – з закритих чотирьохповерхових	11

Закрита система передбачає утримання тварин в приміщеннях, обладнаних дво-, трьохярусними двосторонніми цільнометалевими сітчастими батареями, системами автонапування, з механічною роздачею корму, прибиранням гною та штучним мікрокліматом. Тут створені оптимальні зоогігієнічні умови для росту та відтворення кролів. Параметри мікроклімату в приміщеннях, де утримуються кролі наведено в таблиці 2.1.4.

Таблиця 2.1.4 Параметри мікроклімату в закритих приміщеннях при потоковій технології виробництва кролятини

Параметри мікроклімату	Пори року		
	зимовий	перехідний	літній
Температура, °С	15–16	15–16	16–18
Відносна вологість, %	65–70	65–70	65–70
Швидкість руху повітря, м/с	0,1–0,25	0,1–0,25	0,1–0,25
Граничнодопустимий рівень у повітрі: аміаку, мг/л	0,005	0,005	0,005
вуглекислого газу, мг/л	0,1	0,1	0,1
Гранична бактеріальна забрудненість повітря, тис. мікроорганізмів в 1 м ³	12–15	12–15	12–15
Освітлення приміщення, люксів	75–100	75–100	75–100
Тривалість світлового дня, год.	14–17	14–17	14–17
Необхідний повітрообмін, м ³ /год			
<i>Сукрільний і підсисний період:</i> на 1 самку з кролятами, включаючи самців			
на 1 кг живої маси	5,3 1,52	7,4–11,8 2,1–3,4	59,4 16,9
<i>Період дорощування до 90 днів:</i> на 1 голову	1,14	1,5–2,5	12,5
на 1 кг живої маси	0,5	0,6–1,0	5,0
<i>Період дорощування до 135 днів:</i> на 1 голову	1,22	1,6–2,6	13,4
на 1 кг живої маси	0,4	0,55–0,89	4,47

Кролеферми з потоковою технологією виробництва кролятини обладнують в основному двоярусними клітками універсальної конструкції (рис 2.1.2, 2.1.3).



Рис. 2.1.2

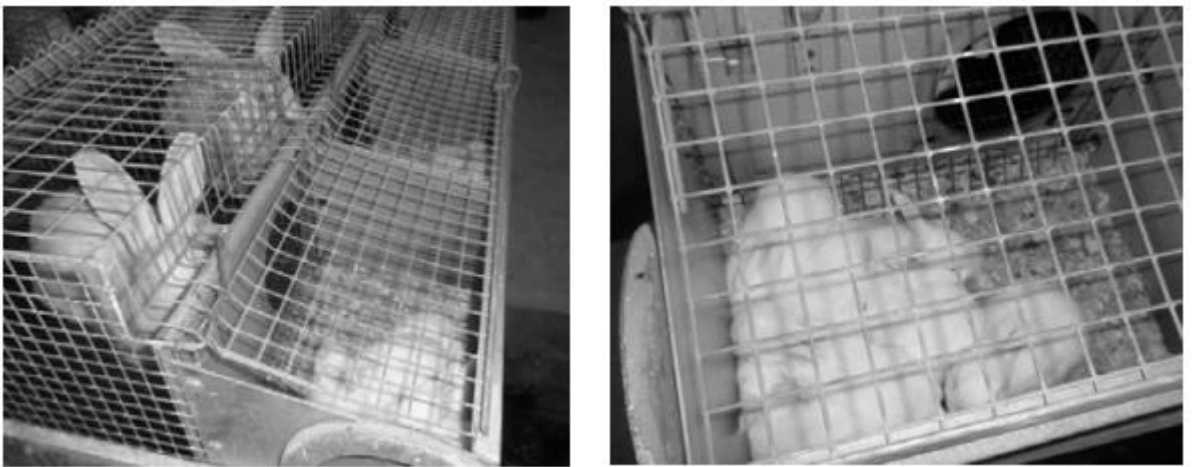


Рис. 2.1.3

Оптимальна чисельність самок основної технологічної групи, згідно з виробничими нормативами, має становити 300–500 голів, за рекомендованого співвідношення самців до самок 1:5. Тривалість використання основних маток за інтенсивної технології дорівнює приблизно двом рокам, при цьому річний рівень їх вибракування становить близько 50 %.

Виробничий цикл отримання кролятини має тривалість 90 днів і включає дві основні фази. Перша фаза — відтворювальна, яка охоплює такі технологічні етапи: формування груп холостих самок та їх спаровування (10 днів); діагностика сукрільності кролиць на 12–14-й день та подальше утримання сукрільних самок (30 днів); підготовка до окролу, проведення окролу та формування груп лактуючих кролиць; вирощування молодняку (50 днів). Друга фаза передбачає дорощування та відгодівлю молодняку (85 днів) і подальший санітарний розрив тривалістю п'ять днів.

Найважливішим елементом поточної технології виробництва кролятини є ритмічне вирощування та своєчасне включення до основної технологічної групи ремонтних самок, ефективність яких підтверджена результатами першого окролу.

2.2. Механізація водопостачання та напування

Забезпечення тварин достатньою кількістю якісної питної води є однією з ключових передумов підтримання їхнього здоров'я та досягнення високих показників продуктивності. Інтенсивність водоспоживання залежить від низки чинників, зокрема температури води й навколишнього середовища, збалансованості раціону, типу годівлі, фізіологічного стану тварин та інших параметрів.

Перспективним напрямом водозабезпечення кролеферм є централізоване водопостачання, яке гарантує стабільне й безперебійне надходження необхідного обсягу води. Використання централізованих систем також сприяє більш ефективному проведенню санітарного контролю якості води, її очищенню та знезараженню.

Основними показниками якості води, що застосовується у сільському господарстві для виробничих, технічних та побутових потреб, є прозорість, запах, присмак, забарвленість, загальна жорсткість, рівень мінералізації, а також вміст шкідливих хімічних речовин і мікроорганізмів. Питна вода повинна бути прозорою, безбарвною, позбавленою запаху та присмаку і не містити збудників інфекційних захворювань. Вимоги до її якості регламентуються чинними державними стандартами.

Оскільки тваринницькі ферми та населені пункти часто отримують воду з одного джерела, її якість має відповідати нормам, установленим для господарсько-питного використання. У випадках, коли один водозабір не здатний повністю забезпечити потреби, створюють роздільну систему водопостачання, наприклад: вода з криниць використовується для питних і господарських потреб, а вода з відкритих водойм — для напування тварин.

Для забезпечення кролів водою на фермах застосовують ніпельні напувалки. Використання ніпельної системи напування гарантує стабільний доступ тварин до чистої води, що є однією з основних умов ефективного розведення. Така система вважається більш досконалою порівняно з індивідуальними ємностями для напування кожної тварини. Огляд конструкції ніпельних напувалок та процес напування кролів наведено на рисунках 2.2.1 та 2.2.2.



Рис. 2.2.1



Рис. 2.2.2

На основі середньодобових норм споживання і кількості споживачів на фермі визначають добову потребу води:

$$Q_{доб} = \sum_{i=1}^n g_i m_i, \quad (2.1)$$

де g_i - середньодобова норма витрат води одним споживачем i -ї групи (для кролів на відгодівлі = 1,0 л на 1 голову);

m_i - кількість споживачів i -ї групи;

n - кількість груп споживачів з однаковими нормами водоспоживання.

$$Q_{доб} = 1 \cdot 23000 = 23000 \text{ л.}$$

У зв'язку з тим, що вода на протязі доби витрачається нерівномірно, визначають її максимальну добову витрату:

$$Q_{доб, \max} = Q_{доб} \cdot \alpha_{\partial}, \quad (2.2)$$

де α_{∂} - коефіцієнт добової нерівномірності витрати води, приймаємо $\alpha_{\partial} = 1,3$;

$$Q_{\text{доб.маx}} = 23000 \cdot 1,3 = 29900 \text{ л.}$$

Максимальна годинна витрата води:

$$Q_{\text{год.маx}} = \frac{Q_{\text{доб.маx}} \alpha_2}{24}, \quad (2.3)$$

де α_2 – коефіцієнт годинної нерівномірності витрати води, $\alpha_2=2\dots2,5$.

$$Q_{\text{год.маx}} = \frac{29900 \cdot 2,2}{24} = 2740,8 \text{ л.}$$

Секундна витрата води:

$$q_c = \frac{Q_{\text{год.маx}}}{3600}, \quad (2.4)$$

$$q_c = \frac{2740,8}{3600} = 0,76 \text{ л.}$$

Діаметр труб водопроводу біля водонапірної башти вибирають таким, щоб швидкість води в них не перевищувала 0,4 – 1,25 м/с .

На тваринницьких фермах необхідний напір становить 40...50 кПа і забезпечується водонапірними баштами. Необхідну місткість резервуара водонапірною башти визначаємо за формулою:

$$V_{\text{рез}} = (0,15\dots0,2)Q_{\text{доб.маx}}; \quad (2.5)$$

$$V_{\text{рез}} = 0,2 \cdot 29900 = 5980 \text{ л} \approx 6 \text{ м}^3.$$

$$Q_n = \frac{Q_{\text{доб.маx}}}{T_n}, \quad (2.6)$$

де T_n - тривалість роботи насоса протягом доби. Рекомендується приймати не більше 14-16 год. Приймаємо 10 год.

$$Q_n = \frac{29,9}{10} = 2,99 \approx 3 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Вибираємо заглибний відцентровий насос ЭЦВ4-2-10 (подача 1,6-2,7 м³/год, повний напір 0,46-0,335 МПа, потужність електродвигуна 0,75 кВт.).

Пропускна здатність напувалки 0,9-2,8 л/хв.

Необхідну кількість напувалок розраховують за формулою:

$$n = \frac{m}{m_1}, \quad (2.7)$$

де m - кількість тварин даної групи, голів; m_1 - кількість голів, що обслуговується однією напувалкою. Кількість напувалок обчислюємо з розрахунку одна напувалка на групу 10 голів.

$$n = \frac{23000}{5} = 4600 \text{ напувалок.}$$

2.3. Механізація прибирання гною

Побічною продукцією тваринницьких підприємств є гній і послід, які становлять цінне органічне добриво. Гній являє собою складну полідисперсну систему, що включає тверду, рідку та газоподібну фракції. Однією з основних його характеристик є вологість, яка залежить від первинної вологості екскрементів. Для різних видів і вікових груп тварин вона становить:

- велика рогата худоба — 86–87 %;
- свині — 87–88 %;
- вівці — 74–75 %;
- кролі — 72–73 %.

Рівень вологості також визначається видом і кількістю використаної підстилки, а передусім — системою утримання тварин. Внесення гною й посліду в ґрунт сприяє підвищенню його родючості та накопиченню гумусу. Застосування органічних добрив забезпечує інтеграцію рослинництва й тваринництва в єдину біологічну, замкнуту систему (рис. 2.3.1).



Рис. 2.3.1 Біологічна система аграрного виробництва

Оскільки елементи такої системи функціонують послідовно, її ефективність обмежується ланкою з найменшою пропускну здатністю. Це підкреслює ключову роль виробництва і раціонального використання гною. З огляду на це гній доцільно розглядати не лише як побічний продукт, а як рівноцінно важливий компонент сільськогосподарського виробництва.

Раціональне застосування органічних добрив має вирішальне значення для створення власної кормової бази, підвищення продуктивності культур і забезпечення підприємств доступними високоякісними кормами. Крім того, гній є потенційним джерелом значної кількості енергії. Ефективне поводження з гноєм і послідом передбачає також розв'язання важливої екологічної проблеми — захисту навколишнього середовища.

Витрати праці на вантажно-розвантажувальні та транспортні операції становлять близько 40 % загальних витрат у тваринництві, і приблизно половина з них припадає на процеси видалення гною та посліду. У типовому технологічному циклі видалення гною з тваринницьких приміщень, його транспортування до місць переробки або зберігання з подальшим внесенням у ґрунт як добрива виділяють такі основні операції (рис. 2.3.2).

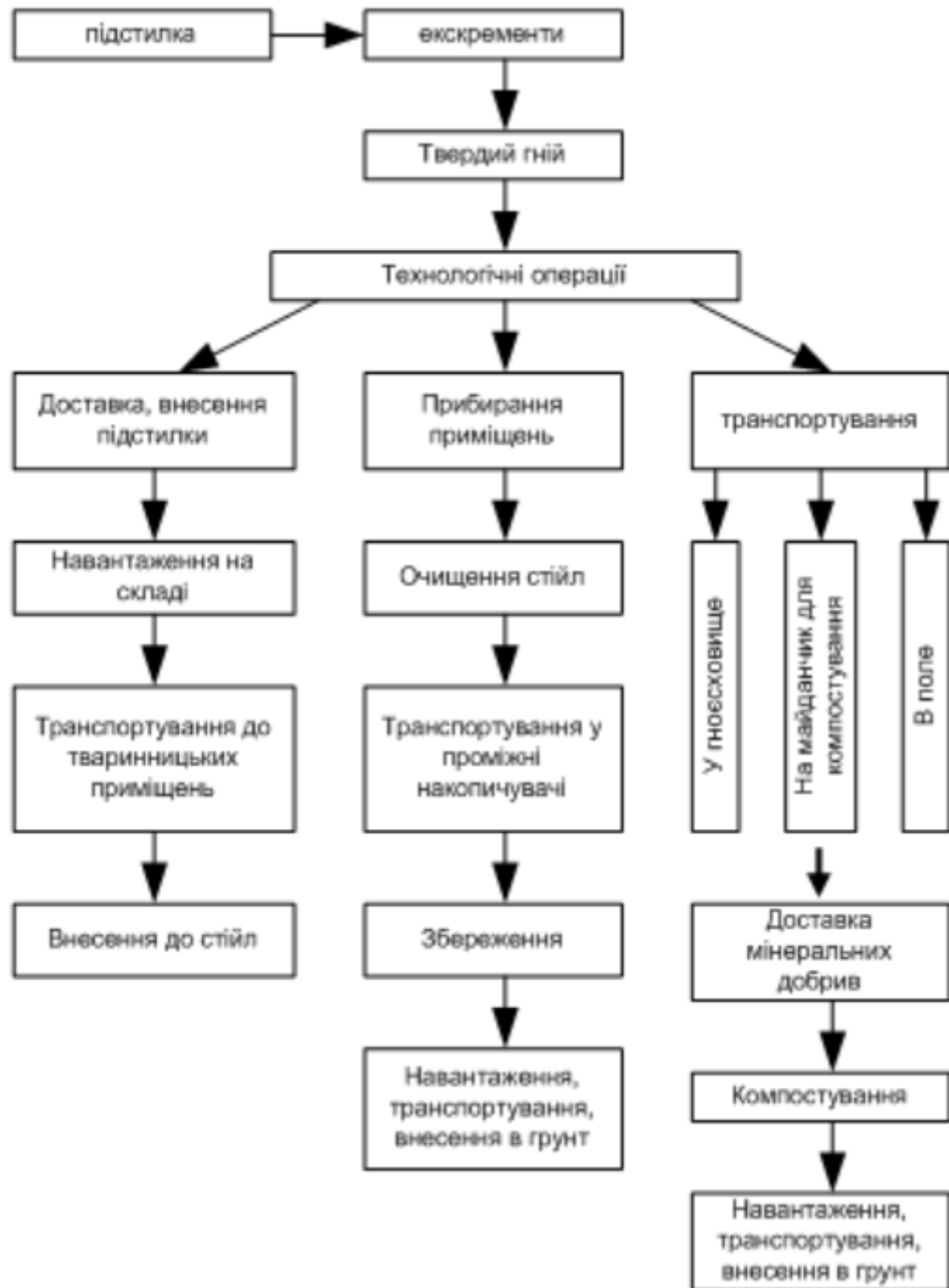


Рис. 2.3.2 Схема технологічного процесу видалення твердого гною

При утриманні кролів добовий вихід гною на фермі становитиме:

$$W_{\text{доб}} = m(q_k + q_c), \quad (2.8)$$

де m – кількість тварин на фермі, гол; q_k – добовий вихід калу від однієї тварини, кг; q_c – добовий вихід сечі, кг.

$$W_{\text{доб}} = 23000(0,7 + 0,3) = 23000 \text{ кг.}$$

Кількість гною, яку необхідно видалити за один цикл роботи транспортера:

$$W_{\text{ц}} = \frac{W}{\beta}, \quad (2.9)$$

де β – кратність прибирання гною.

$$W_{\text{ц}} = \frac{23000}{2} = 11500 \text{ кг.}$$

Річний вихід гною G_p визначається з виразу:

$$W_p = W_{\text{доб}} \cdot D \quad (2.11)$$

де D - кількість днів нагромадження гною на рік:

$$W_p = 23000 \cdot 365 = 8395000 \text{ кг,}$$

Необхідна площа гноєсховища:

$$F_{\text{гн}} = \frac{W_{\text{доб}} \cdot D_{\text{зб}}}{\rho \cdot h} \quad (2.12)$$

де $F_{\text{гн}}$ - площа гноєсховищ, м^2 ;

h - висота укладання гною, $h = 1,5 \dots 2,5$ м;

$D_{\text{зб}}$ – тривалість зберігання гною у гноєсховищі, днів.

ρ – щільність гною, $\text{кг}/\text{м}^3$.

$$F_{\text{гн}} = \frac{23000 \cdot 182}{900 \cdot 2} = 2325,5 \text{ м}^2$$

2.4. Проектування процесу роздавання кормів

Роздавання кормів є одним із найбільш трудомістких процесів у тваринництві: його рівень механізації становить лише 50–60 %, тоді як на цей етап припадає 30–40 % загальних витрат праці на обслуговування тварин. Процес є надзвичайно відповідальним, оскільки своєчасне та точне забезпечення тварин кормом визначає ефективність усіх зоотехнічних заходів, що стосуються годівлі.

Вибір технічних засобів для роздавання кормів і забезпечення їх максимально ефективного використання залежить від ряду чинників: фізико-

механічних властивостей кормів, типу годівлі, способу утримання тварин, особливостей тваринницьких приміщень і масштабів виробництва.

До засобів механізації процесу роздавання кормів висуваються такі основні зоотехнічні вимоги:

- корми всіх видів повинні роздаватись у годівниці рівномірно та з дотриманням заданої точності дозування — як індивідуально, так і для груп тварин;
- робочі органи механізмів не мають погіршувати якість корму або спричиняти його втрати;
- кормороздавачі повинні забезпечувати безпеку тварин і персоналу, бути надійними й простими в експлуатації.

Допустиме відхилення від заданої норми видачі концентрованих кормів не повинно перевищувати $\pm 5\%$, а незворотні втрати кормів — 1% . Тривалість роздавання кормів у межах одного приміщення не має перевищувати 30 хв для мобільних та 20 хв для стаціонарних засобів.

Кормороздавачі повинні характеризуватися універсальністю, високою продуктивністю, широким діапазоном регулювання подачі корму; не створювати надмірного шуму; легко очищуватися від залишків корму; мати строк окупності не більше двох років і коефіцієнт готовності не нижче 0,98. Усі типи кормороздавачів повинні забезпечувати цілісність структури корму, не травмувати тварин та не забруднювати виробничі зони.

Однією з найбільш універсальних і технологічно гнучких систем є ланцюгово-шайбова система подачі кормів. Її замкнений контур може встановлюватися під різними кутами й нахилами. Подача корму до ланцюгово-шайбового конвеєра здійснюється за допомогою спірального транспортера типу Flex-auger, що подає корм із бункера.

Використання ланцюга замість троса має низку переваг:

- підвищена надійність і довговічність;
- значно менша деформація: витягування ланцюга відбувається лише протягом перших тижнів експлуатації;
- спрощене технічне обслуговування, оскільки заміна ланок ланцюга є значно легшою, ніж ремонт троса.

Додатково, застосування високоміцних пластикових шайб на ланцюзі забезпечує триваліший термін експлуатації системи без необхідності заміни ланцюга.

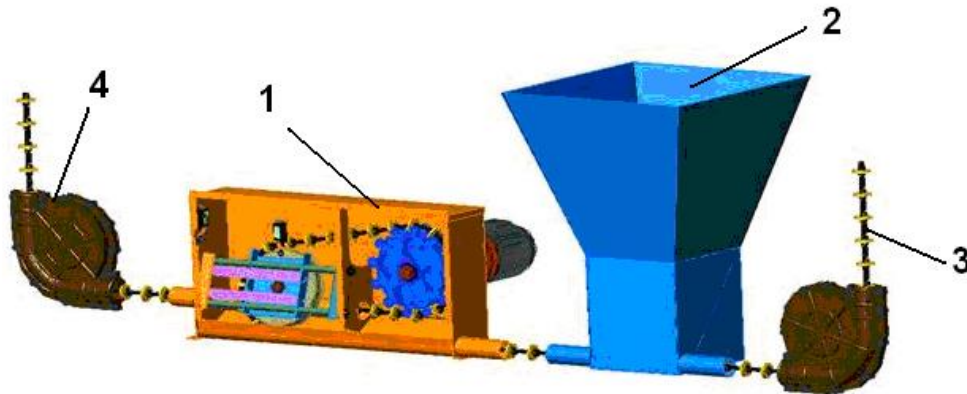


Рис. 2.4.1. Схема ланцюгово-шайбового роздавача:

1 – урухомлююча станція з моторредуктогром; 2 – прймальний бункер; 3 – ланцюгово-шайбовий конвеєр; 4 – кутова поворотна станція.

2.5. Проектування процесу приготування кормів

Технологія виробництва свинини в будь-якому господарстві має бути спрямована на зниження витрат кормів та інших ресурсів на одиницю продукції при одночасному підвищенні її якості. Відгодівля за м'ясним напрямом повинна здійснюватися за інтенсивною технологією. Рівень інтенсивності відгодівлі значною мірою залежить від якості молодняку, що надходить у відгодівельні групи. Збільшення живої маси поросят при відлученні сприяє підвищенню їх скоростиглості, скороченню тривалості відгодівлі та зменшенню витрат кормів на 1 кг приросту.

Суттєвий вплив на інтенсивність відгодівлі має повноцінність годівлі, тому раціони повинні бути ретельно збалансовані за всіма поживними компонентами. Організація нормованої годівлі є однією з ключових умов забезпечення високої продуктивності, ефективного використання кормів і збереження здоров'я поголів'я. Поживність раціонів має відповідати фізіологічному стану тварин. У практиці інтенсивних технологій, особливо в умовах високої механізації, на фермах часто утримуються тварини різного віку, що ускладнює застосування диференційованої годівлі. Через це нерідко використовується одна універсальна рецептура комбікормів, яка покликана задовольняти потреби всіх технологічних груп.

Актуальною задачею підвищення економічної ефективності кролівничих господарств, особливо малих та середніх, є впровадження універсального комбікорму для всіх груп тварин. Такий корм є компромісним за складом і враховує різні фізіологічні потреби — зокрема, забезпечення високих функціональних показників у самок та безпечне травлення молодняку. Потреба кролів у поживних речовинах значною мірою залежить від їх віку та фізіологічного стану, тому раціони повинні забезпечувати оптимальні умови

для росту й розвитку тварин. Корми займають найбільшу частку у структурі собівартості продукції, що підкреслює важливість раціоналізації годівлі.

У більшості господарств для годівлі використовується один універсальний раціон. Запропоновані базові комбікорми містять 8–12 % клітковини, що потребує додаткового введення грубих кормів. Один із пріоритетних напрямів удосконалення кормової бази — розробка єдиної рецептури із оптимальним співвідношенням клітковини й протеїну, яка б відповідала потребам різних технологічних груп.

У фермерському господарстві «Кролікофф» проведено експериментальні дослідження щодо застосування універсального комбікорму для різних груп кролів. Дослідний комбікорм містив 16 % протеїну та 18 % клітковини й використовувався у годівлі всіх технологічних груп тварин. Поряд із цим господарство здатне оперативнo коригувати рецептуру та виготовляти малі партії кормів відповідно до потреб виробництва.

Аналіз науково обґрунтованих рекомендацій щодо формування рецептур комбікормів показав, що однією з основних проблем є досягнення оптимального вмісту клітковини. Це пов'язано зі складністю структури клітковини, що складається з різних типів клітинних стінок, хімічний склад яких варіює. До її основних компонентів належать целюлоза, пектинові речовини, геміцелюлоза, лігнін та інші. До складу комбікормів на фермі входять ячмінь, овес, соняшникове лушпиння, пшеничні висівки, соняшниковий і соєвий шрот, люцернове трав'яне борошно, соняшникова олія, метіонін, лізин, кормова крейда, кухонна сіль і премікси.

У господарстві «Кролікофф» застосовуються рецептури комбікормів для годівлі лактуючих самок і молодняку, які наведено у таблиці 2.5.1.

Таблиця 2.5.1

Рецепт комбікормів для різних технологічних груп кролів, %

Інгредієнт	Лактуючі кролематки	Молодняк	Комбікорм власного виробництва
Зернові (ячмінь, овес, висівки), пшеничні висівки)	29,6	38,5	38,1
Борошно трав'яне(люцернове)	19,1	16,4	16,1
Соєвий шрот, соняшниковий шрот	27	24,3	18,7

Висівки	17,2	15,1	22,0
Премікс	1,2	1,2	1,2
Соняхова олія, метіонін, лізин, крейда	7,8	6,6	6,7

З аналізу даних таблиці встановлено, що дослідний комбікорм характеризується підвищеним умістом зернових компонентів та зменшеною часткою шротів. Хоча соняшникова олія має низку позитивних властивостей, її надмірне використання спричиняє ожиріння кролів, що є небажаним під час відгодівлі молодняку. Пшеничні висівки виступають цінним джерелом мікроелементів, амінокислот і протеїну.

Застосування соняшникового лушпиння у раціоні кролів забезпечує можливість регулювання рівня клітковини та сирого протеїну, що є особливо важливим для тварин молодших вікових груп. Було проаналізовано поживну цінність комбікормів, використаних відповідно до схеми досліджу; результати наведено в таблиці 2.5.2.

Отримані дані свідчать, що експериментальний комбікорм відрізняється від традиційних кормів, які застосовуються у господарстві, і є усередненим за більшістю показників, окрім вмісту сирого протеїну. Білок та клітковина — ключові поживні компоненти, що визначають інтенсивність росту, фізіологічний стан тварин і формування мікрофлори кишечника; співвідношення цих речовин має відрізнятися залежно від технологічної групи. Формування універсального раціону можливе за умови зниження вмісту білка до рівня, безпечного для відтворних характеристик самок.

Підвищений уміст клітковини сприяє активізації розвитку мікрофлори сліпої кишки молодняку, прискорює транзит кормових мас у травному тракті й обмежує можливість розмноження патогенних мікроорганізмів. Кількісний вміст основних поживних речовин у комбікормі перебуває в межах допустимих норм.

Добову витрату кормів визначають за формулою:

$$G = \sum m_i g_i,$$

де m_i — кількість тварин кожної групи, g_i — добова норма даного виду корму на одну тварину, кг.

$$G = 12000 \cdot 0,35 + 2200 \cdot 0,2 + 23000 \cdot 0,15 = 8090 \text{ кг.}$$

Таблиця 2.5.2

Поживність комбікормів для кролів різних технологічних груп

Показник	Норма для лактуючих кролематок	Норма при вирощуванні молодняку	Експериментальний комбікорм
Обмінна енергія, мДж	11,0	10,5	9,55
Сирий протеїн, %	16,0-17,0	15-16	16
Сира клітковина, %	15,0-20,0	12,0-15,0	18
Лізін, %	0,85	0,80	0,69
Метіонін+цистин, %	0,62	0,60	0,53
Кальцій, %	1,3-1,4	0,79-0,98	1,10
Фосфор, %	0,6	0,45	0,53
Мідь, мг	10,0	6,0	15,0
Цинк, мг	50,0	25,0	120,0
Марганець, мг	12,0	8,0	50,0
Вітамін А, тыс. МО	10,0	6,0	15,0
Вітамін Е, мг	100,0	100,0	100,0
NCI, %	1,0-1,2	0,3-0,8	0,5

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОДРІБНЮВАЧА-ЗМІШУВАЧА КОМБІКОРМІВ

3.1. Основні компоненти комбікормів для кролів

У виробництві комбікормів використовується широкий спектр кормових ресурсів, мінеральних добавок та біологічно активних речовин. Основу сировинної бази комбікормової промисловості становлять зернові культури (кукурудза, ячмінь, овес, пшениця, горох, просо тощо), а також побічні продукти переробки зерна — грис, мучка, лузга та інші. Зерно хлібних і круп'яних культур є цінним джерелом вуглеводів, проте містить недостатню кількість протеїну.

Одним із найбільш поживних компонентів комбікормів є кукурудза, яка містить до 135 кормових одиниць у 100 кг зерна, вирізняється високими смаковими характеристиками та добре поїдається тваринами і птицею. Її головним недоліком є низький вміст протеїну та дефіцит незамінних амінокислот, зокрема лізину. Ячмінь і овес також належать до високоякісних кормових компонентів. Ячмінь застосовують у годівлі майже всіх видів тварин і птиці; його поживність становить близько 120 кормових одиниць, а вміст протеїну й амінокислот перевищує такий у кукурудзі. Додавання ячменю в комбікорми позитивно впливає на якість м'яса й сала, особливо у свинарстві.

Овес відзначається високим умістом протеїну доброї якості, проте значна кількість клітковини зумовлює обмеження щодо його частки в раціонах. Для годівлі молодняку зерно ячменю та вівса часто піддається оббиванню, а плівки, отримані в процесі обробки, застосовують при виробництві кормів для жуйних тварин.

Пшениця є універсальним компонентом комбікормів для всіх видів тварин і птиці, характеризується високим умістом протеїну та низькою концентрацією клітковини. У комбікормовому виробництві зазвичай використовують пшеницю зі зниженими хлібопекарськими властивостями, непридатну для харчових цілей. Просо є цінним кормом для птиці, великої рогатої худоби та свиней; перед використанням його зерно подрібнюють через погану засвоюваність оболонки.

Сорго за поживністю подібне до проса та в багатьох країнах виступає одним з основних зернових компонентів поряд з кукурудзою, особливо у комбікормах для свиней. Жито також є корисним компонентом раціонів для свиней, птиці та риб, проте його використання обмежується високим вмістом слизів, що здатні викликати розлади травлення. Окрім вищезгаданих зернових, у комбікормах можуть застосовувати гречку, чумизу та інші культури, хоча їх питома частка у кормовому балансі невелика.

Бобові культури є важливими джерелами рослинного білка, вміст якого становить 20–35 %. Однак білки деяких бобових відзначаються недостатньою

засвоюваністю, а їх зерно може містити інгібітори трипсину — речовини, що блокують протеолітичні ферменти у травній системі тварин. Засвоюваність білків можна підвищити шляхом введення біологічно активних речовин, зокрема вітаміну В₁₂, а теплове оброблення сприяє інактивації трипсинових інгібіторів. Окремі бобові містять токсичні сполуки або речовини, що погіршують смакові властивості кормів, тому їх використання потребує спеціальної підготовки та обмеження.

У фермерському господарстві «Кролікофф» застосовуються рецептури комбікормів для годівлі лактуючих самок та молодняку, наведені в таблиці 3.1.1.

Таблиця 3.1.1

Інгредієнт	Лактуючі кролематки	Молодняк	Комбікорм власного виробництва
Зернові (ячмінь, овес, висівки) пшеничні	29,6	38,5	38,1
Борошно трав'яне(люцернове)	19,1	16,4	16,1
Соєвий шрот, соняшниковий шрот	27	24,3	18,7
Висівки	17,2	15,1	22,0
Премікс	1,2	1,2	1,2
Соняхова олія, метіонін, лізин, крейда	7,8	6,6	6,7

З аналізу даних таблиці встановлено, що дослідний комбікорм характеризується підвищеним умістом зернових компонентів та зменшеною часткою шротів. Хоча соняшникова олія має низку позитивних властивостей, її надмірне використання спричиняє ожиріння кролів, що є небажаним під час відгодівлі молодняку. Пшеничні висівки виступають цінним джерелом мікроелементів, амінокислот і протеїну.

Застосування соняшникового лушпиння у раціоні кролів забезпечує можливість регулювання рівня клітковини та сирого протеїну, що є особливо важливим для тварин молодших вікових груп.

Отримані дані свідчать, що експериментальний комбікорм відрізняється від традиційних кормів, які застосовуються у господарстві, і є усередненим за

більшістю показників, окрім вмісту сирової клітковини. Білок та клітковина — ключові поживні компоненти, що визначають інтенсивність росту, фізіологічний стан тварин і формування мікрофлори кишечника; співвідношення цих речовин має відрізнятися залежно від технологічної групи. Формування універсального раціону можливе за умови зниження вмісту білка до рівня, безпечного для відтворних характеристик самок.

Підвищений уміст клітковини сприяє активізації розвитку мікрофлори сліпої кишки молодняка, прискорює транзит кормових мас у травному тракті й обмежує можливість розмноження патогенних мікроорганізмів. Кількісний вміст основних поживних речовин у комбікормі перебуває в межах допустимих норм.

Згодовування кролям повнокомпонентних гранульованих комбікормів забезпечує підвищення рівня перетравності поживних речовин та сприяє зростанню продуктивних показників тварин. На кролефермах, залежно від умов утримання та наявності кормових ресурсів, застосовують комбінований (змішаний) тип годівлі або стереотипну систему годівлі гранульованими повнокомпонентними комбікормами.

Інтенсивність росту і розвиток молодняка у підсисний період значною мірою визначаються генетичним потенціалом та молочністю самок. У перші дві доби після окролу в молозиві кролематок фіксується максимальна концентрація імуноглобулінів, які забезпечують становлення постколострального імунітету й збереженість новонароджених кроленят. Резистентність молодняка до шлунково-кишкових патологій також пов'язана з повноцінністю годівлі самок у період лактації. До 20-денного віку кроленята споживають винятково материнське молоко, а з 18–20 днів їх поступово привчають до рослинних і концентрованих кормів, зокрема до високоякісного сіна (люцерни, конюшини, різнотрав'я) та вівсяної, ячмінної дерті й гранульованих комбікормів.

Встановлено, що мінімальний рівень активності травних соків у кроленят припадає на 15–20-й день життя та зберігається протягом 20–40 днів після відлучення. У цей період доцільним є включення до раціону ацидофіліну. В умовах індивідуальних господарств відлучення проводять у 30–40-денному віці, тоді як при інтенсивних технологіях — у 30 днів. Поступове розширення спектра кормів пов'язане з функціональною незрілістю ферментної системи організму молодняка.

Через недосконалість поліферментної системи у віці 1–3 місяців перехід від одного виду корму до іншого слід здійснювати поступово, протягом 6–7 діб. Ферментні системи відіграють ключову роль у формуванні неспецифічної резистентності організму. До складу цих систем входять мікроелементи — мідь, залізо, марганець, кобальт, цинк, селен, сірка тощо. Поживні речовини можуть бути використані організмом як джерело енергії та пластичного матеріалу лише після складних ферментативних перетворень.

Додавання ферментних препаратів до раціону створює стабільні умови для травлення, підвищує засвоєння поживних речовин та сприяє розщепленню

клітковини й інших полісахаридів, для яких у організмі кролів відсутні специфічні ферменти. Основний біологічний ефект кормових ферментів полягає в оптимізації перетравлення білків і вуглеводів шляхом руйнування клітинних стінок кормових компонентів, стимуляції активності власних ферментів, поліпшенні абсорбційних процесів, нормалізації мікробіоти кишечника та запобіганні ферментному дефіциту у ранні вікові періоди та за дії стресових чинників.

Після 3-місячного віку у здорових кроленят формується повноцінна поліферментна система, яка адаптується до різноманітних кормів і регулює метаболічні процеси. З метою її корекції доцільно вводити до комбікормів поліферментні комплекси та пробіотики, особливо у критичний період з 1 до 4 місяців.

Найвища інтенсивність росту молодняка спостерігається у 3–4-місячному віці, що забезпечує найнижчі витрати кормів на одиницю приросту. Зокрема, у 1–2 місяці витрати становлять 3000–3500 г кормових одиниць на 1 кг приросту, у 2–3 місяці — 4000–4500 г, а у 3–4 місяці — 5000–5500 г. Для підтримання належного рівня продуктивності тварини мають отримувати: у 46–60-денному віці — 70–125 г кормових одиниць, у 61–90-денному — 145–170 г, у 91–120-денному — 170–225 г; вміст перетравного протеїну при цьому має становити не менше 16–17 г на 100 г кормових одиниць.

В умовах інтенсивного виробництва кролів годують гранульованими повнокомпонентними комбікормами, які перед згодовуванням рекомендується просівати, оскільки дрібнодисперсний пил може негативно впливати на чутливу дихальну систему тварин. Окремі дослідники зазначають, що навіть за використання збалансованих гранульованих комбікормів до раціону доцільно додавати дрібностеблове сіно високої якості.

Невід'ємною умовою нормального росту, розвитку та відтворної здатності кролів є постійний доступ до води, особливо при годівлі тварин гранульованими комбікормами. Середня добова потреба у воді становить близько 1 л для дорослих тварин основного стада та 0,3 л для молодняка.

3.2. Огляд конструкцій комбікормових агрегатів

Технологічна схема виробництва комбікормів повинна забезпечувати безперервний потоковий процес незалежно від кількості компонентів та їх пропорцій. Технологічний процес включає низку підготовчих етапів (ДПОХВ 16.10.06.00.000 Т7): підготовку зернової та борошністої сировини, відділення оболонки зерна, обробку розсипного трав'яного борошна, пресованих і крупнокускових матеріалів, кормових продуктів харчової промисловості та шротів, підготовку сировини в тарі, а також підготовку та введення мінеральної сировини (сіль, крейда), карбамідного концентрату, меляси, жирів, збагачувальних сумішей і преміксів. Підготовлена сировина надходить у

бункери над дозаторами, де її дозують, переважно за допомогою багатокомпонентних дозаторів.

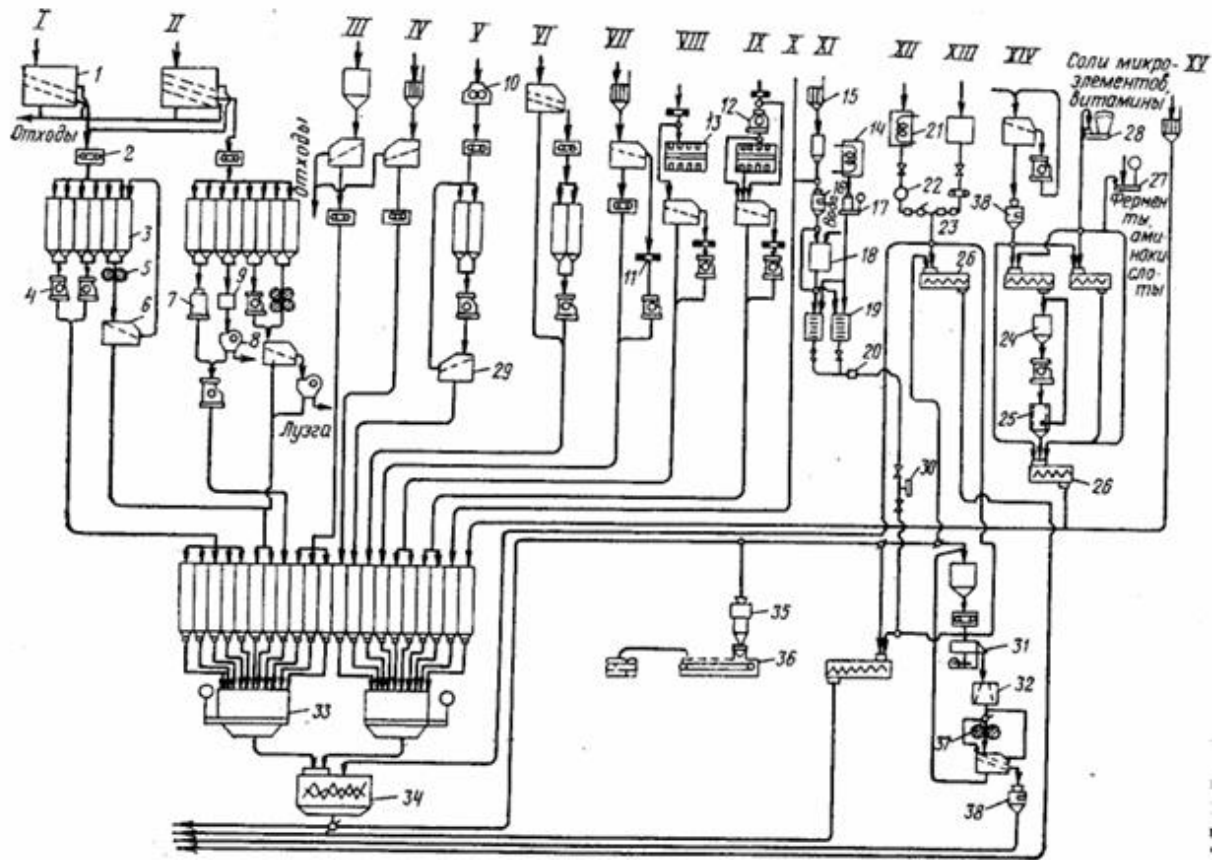


Рис.3.2.1 Схема виробництва комбікормів і БВД

1 — повітряно-ситовий сепаратор; 2 — електромагнітний сепаратор; 3 — бункер; 4 — молоткова дробарка; 5 — валковий верстат; 6, 29 — машини, що просівають; 7 — оббивна машина; 8 — аспіратор; 9 — шліфувальна машина; 10 — жмихоподрібнювач; 11 — магнітний сепаратор; 12 — каменедробарка; 13 — сушарка; 14 — підігрівник меляси; 15 — шафа; 16 — автоматичні ваги; 17 — дозувальні ваги; 18 — розчинник-підігрівник; 19 — змішувач меляси й карбаміду; 20 — фільтр; 21 — підігрівник жиру; 22 насос; 23 — витратомір; 24 — бункер; 25 — видатковий бак; 26 — змішувач; 27 — платформні ваги; 28 — циферблатні ваги; 30 — насос дозатор; 31 — прес-гранулятор; 32 — охолоджувальна колонка; 33 — багатокомпонентний ваговий дозатор; 34 — змішувач; 35 — відбійний апарат; 36 - зашивна машина; 37 — подрібнювач гранул; 38 — автоматичні ваги; I — зернова лінія; II — лінія відділення плівки; III — лінія борошнистої сировини; IV- лінія розсипного трав'яного борошна; V — лінія пресованого й крупнокускової сировини; VI — лінія кормових продуктів харчових виробництв і шротів; VII — лінія підготовки сировини в тарі; VIII — лінія підготовки солі; IX — лінія підготовки крейди й іншої сировини мінерального походження; X- лінія введення карбамідного концентрату; XI — лінія введення карбаміду й меляси; XII — лінія введення жиру; XIII — лінія введення лізину; XIV — лінія підготовки збагачувальної суміші; XV лінія введення преміксів.

Технологічна схема передбачає також введення рідких компонентів у комбікорми, які можуть надходити через спеціалізовані лінії підготовки та введення рідких добавок. Розсипні комбікорми направляють на лінію гранулювання, а для важкосипких компонентів передбачено окремі лінії дозування та змішування. Така диференціація підвищує точність дозування та поліпшує сипкість мінеральної сировини і інших компонентів при змішуванні.

Гранульовані комбікорми виготовляють для всіх видів тварин, птиці та риби, при цьому розмір гранул визначається видом і віком тварин та способом годівлі: дорослі птахи (кури, качки, гуси, індички) — 4,7–9,7 мм, велика рогата худоба — 4,7–19,0 мм, вівці — 4,7–12,7 мм, коні — 4,7–19,0 мм, кролі — 4,7–5,9 мм. Для молодняку птиці гранульовані комбікорми застосовують у вигляді крупки.

Гранулювання проводять сухим і вологим способами. Сухе гранулювання здійснюють на установках ДГ, Б6-ДГВ, Б6-ДГЕ з продуктивністю відповідно 7–10, 9–11 та 14–15 т/год, що залежить від діаметра гранул (4,7–19 мм). Кожна установка включає прес-гранулятор, охолоджувач гранул, подрібнювач, сортувальну машину та за потреби просіювач для розсипного комбікорму.

Перед гранулюванням сировину контролюють через сита з отворами 4–5 мм та магнітні сепаратори. Розсипний комбікорм у змішувачі обробляють сухою парою під тиском 0,35–0,4 МПа, що підвищує його вологість до 13–17 %, температура після змішувача становить 50–70 °С, після преса — 70–80 °С. Для гранулювання БВД з високим вмістом протеїну тваринного походження тиск пари рекомендують 0,4–0,5 МПа, для рослинного — 0,2–0,3 МПа; витрата пари становить 60–80 кг на 1 т сировини. Для гранулювання комбікормів для жуйних з високим вмістом карбаміду тиск знижується до 0,2 МПа, витрата — 18–22 кг/т.

Гранулювання може здійснюватися з використанням зв'язуючих речовин (солоний гідрол, меласа, кукурудзяний екстракт) з одночасним пропарюванням або без нього. Після гранулювання отримані гранули охолоджують до температури, що перевищує температуру навколишнього середовища не більш ніж на 10 °С, а потім просівають на ситах з отворами 2–2,5 мм або металотканинних ситах №1,6–2,0.

Комбікормовий агрегат МКУ-1,5 (рис. 3.2.2) складається з молоткової дробарки, циклона-дозатора, тензобагового пристрою, змішувача та апаратури керування і захисту. Дробарка оснащена завантажувальною горловиною з підвідним патрубком і каменеуловлювачем, а нагнітальний пневмопровід забезпечує транспортування подрібненої сировини в циклон, який встановлено на тензодатчиках і з'єднано патрубком з тканинним фільтром 11.

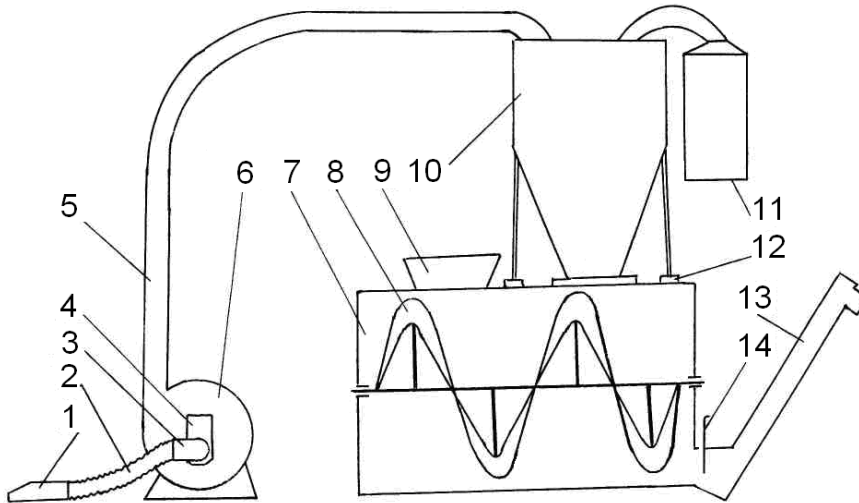


Рис. 3.2.2. Конструктивно-функціональна схема агрегата МКУ-1,5:

1 – пневмозабірник, 2 – рукав, 3 – підвідний патрубок, 4 – каменеуловлювач, 5 – нагнітальний пневмопровід, 6 – дробарка, 7 – бункер змішувача, 8 – змішу-вальний шнек, 9 – приймальний бункер добавок, 10 – циклон, 11 – повітряний фільтр, 12 – вагові тензодатчики, 13 – шнековий конвеєр, 14 – вивантажувальна заслінка

Змішувач, встановлений на рамі, включає в себе бункер 7, горизонтальний змішувальний шнек 8, приймальний бункер добавок 9, і вивантажувальний шнековий конвеєр 13 з перекриваючою заслінкою 14.



Рис.3.2.2. загальний вигляд установки МКУ-1,5

Змішувач, встановлений на рамі, включає в себе бункер 7, горизонтальний змішувальний шнек 8, приймальний бункер добавок 9, і вивантажувальний шнековий конвеєр 13 з перекриваючою заслінкою 14.

Отже, ключовим технологічним елементом у таких агрегатах є молоткова дробарка, яка забезпечує подрібнення компонентів комбікорму. Молоткові подрібнювачі належать до машин ударної дії та характеризуються рядом переваг: високою універсальністю, простотою конструкції та експлуатації, надійністю, компактністю, швидкохідністю робочих органів, що спрощує

трансмiсiю (дозволяє безпосереднє з'єднання вала барабана з валом електродвигуна) та забезпечує високу продуктивнiсть, а також можливiсть автоматизацiї управлiння технологiчним процесом. Технiчнi показники комбiкормових агрегатiв наведенi в табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

Технiчнi данi комбiкормових агрегатiв

Марка агрегата	Продуктивнiсть, т/год	Потужнiсть приводу, кВт	Об'єм змiшувача, м ³	Маса, кг
МКУ- 0,5	0,5	7	0,76	510
МКУ-1	1,0	9,7	1,0	540
БМК-1	0,8-1,0	13,2	1,6	580
БМК-1,5	1,4-1,6	21,8	2,7	980
АWF-4	0,2-0,3	5,2	0,4	750
М-2	0,88	23,2	2,0	2502
МКУ-1,5	1,2	25,1	2,0	540
Р6-УПК	0,7	6,2	0,7	500
АКД-1	1,3-1,8	17,2	2,0	2070

Разом iз тим, цi машини мають суттєвi недолiки, зокрема високу енергомiсткiсть процесу, значну нерiвномiрнiсть гранулометричного складу продуктiв подрiбнення та високий вихiд пилоподiбної фракцiї. З огляду на це, є доцiльним пошук альтернативних, бiльш ефективних методiв подрiбнення зернових кормiв, якi можна iнтегрувати у складi комбiкормових агрегатiв.

3.3. Розробка конструктивно-функцiональної схеми подрiбнювача-змiшувача

Для приготування комбiкормiв на свинофермi рекомендується застосовувати агрегат конструкцiї, представленої на рис. 3.3.1. Подрiбнювач-змiшувач має вертикальний цилiндричний корпус (8) iз зiмною кришкою (12), на якiй змонтований розподiльний конус (9) iз кутом при вершинi 90°. Приводний вал (13) встановлений на валу реверсивного електродвигуна (1), на якому закрiпленi робочi ножi (5, 6, 7) та нiж-мiшалка (3), розташована у нижнiй частинi корпусу (8).

Ножі (5, 6, 7) розміщені навхрест відносно ножа-мішалки та один від одного, забезпечуючи ефективне подрібнення матеріалу.

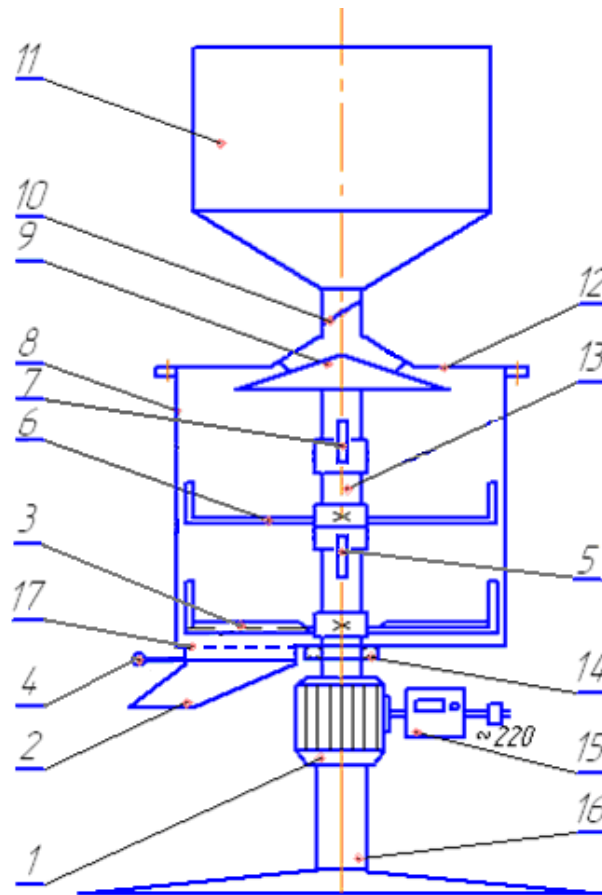


Рис. 3.3.1. Схема подрібнювача-змішувача для приготування комбікормів

1 – електродвигун; 2 – вивантажувальна горловина; 3 – ніж-мішалка; 4 – засувка; 5, 6, 7 – ножі; 8 – корпус; 9 – розподільний конус; 10 – заслінка; 11 – бункер; 12 – знімна кришка; 13 – урухомлюючий вал; 14 – підшипниковий вузол; 15 – частотний перетворювач; 16 – станина; 17 – решето.

Ніж-мішалка складається з пластин прямокутного перетину (1, 2), приєднаних до маточини (3), кінці яких (4, 5) відігнуті вгору під кутом 90° . Горизонтальні ділянки пластин утворюють лопаті з відігнутими крайками (6, 7), орієнтованими в протилежні сторони щодо вертикальної осі: пластина 1 — вниз (рис. 2, розріз А-А), пластина 2 — вгору (рис. 2, розріз Б-Б) під кутом 15° від площини кожної пластини. Вертикальні кінці пластин (4, 5) мають косий зріз під кутом 40° (рис. 3.3.2).

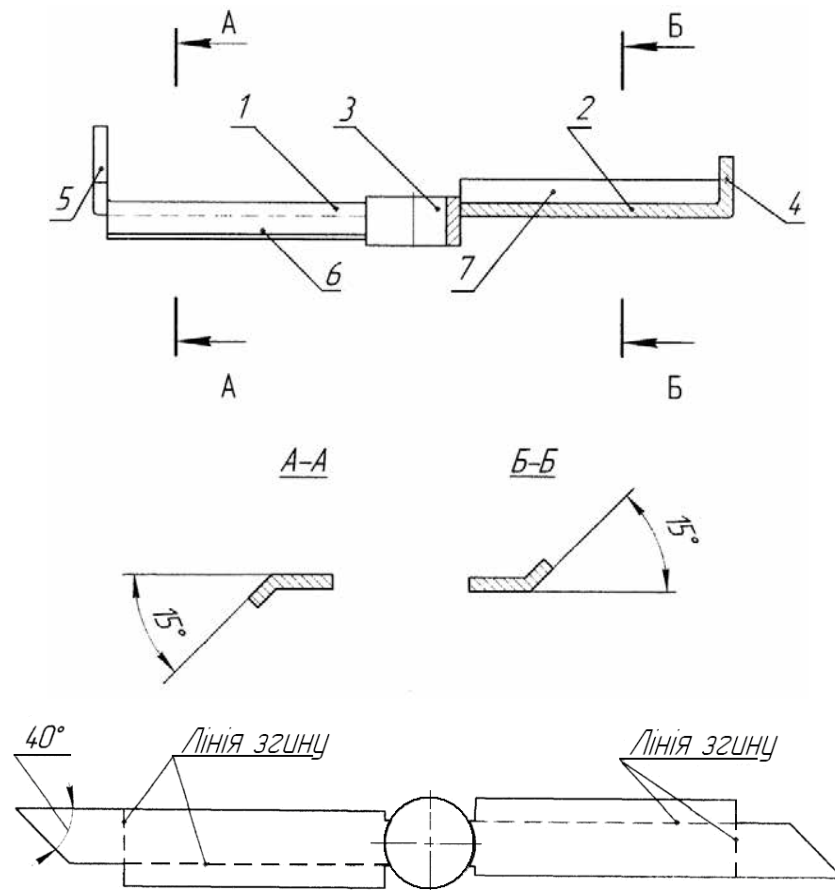


Рис. 3.3.2 Ніж-мішалка

1, 2 – пластини; 3 – маточина; 4, 5 – кінці пластин; 6, 7 – відігнуті крайки.

Кінці ножів (5, 6, 7) також відігнуті вгору під кутом 90° до горизонтальної площини, з вертикальними кінцями, що мають косий зріз під кутом 40° , проте на відміну від ножа-мішалки, ці ножі не оснащені крайками, відігнутими на 15° .

У нижній частині корпусу (8) розташована вивантажувальна горловина (2) із засувкою (4). Завантажувальний пристрій включає бункер (11) із заслінкою (10), а також підшипниковий вузол (14) для обертання вала (13) із закріпленими ножами. Подрібнювач-змішувач розташований на станині (16) з опорною стійкою, що забезпечує стабільність конструкції під час роботи.

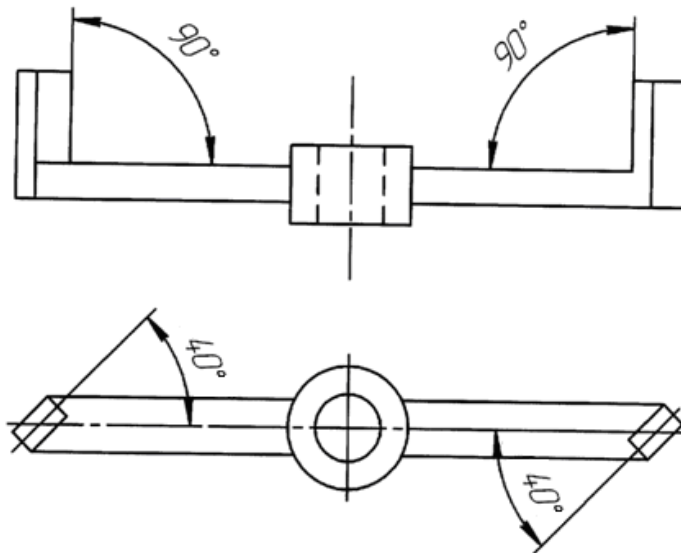


Рис. 3.3.3. Ніж подрібнювача-змішувача

Електроурухомник, містить реверсивний електродвигун, що працює від електромережі однофазного змінного струму напругою 220 В, який приводиться в рух від пульта управління має частотний перетворювач 14, що дозволяє регулювати частоту обертання вала, на якому розміщені робочі органи.

Подрібнювач-змішувач при подрібненні працює наступним чином. У завантажувальний бункер 11 подають вихідний матеріал. Заслінкою 10 регулюють подачу матеріалу на розподільний конус 9, який спрямовує перероблюваний матеріал в робочу камеру, де відбувається подрібнення усіма ножами. Косий зріз на кут 40° вертикально відігнутих кінців ножів виконаний для збільшення довжини активної частини різальної крайки кожного ножа. Отриманий матеріал сепарується крізь решето і вивантажується через вивантажувальну горловину 2 при відкритій засувці 4.

Розташований в нижній частині циліндричної камери ніж-мішалка 3 бере участь не тільки в подрібненні, а й створює вихрові потоки перероблюваного матеріалу. Це відбувається за рахунок наявності лопатей, що мають кромки, симетрично відігнуті на кут 15° , які захоплюють частину матеріалу вгору вздовж стінок корпусу 8. Кінці пластин ножа-мішалки та решти ножів відігнуті на кут 90° для ліквідації застійних зон біля стінок робочої камери.

Подрібнювач-змішувач при змішуванні працює наступним чином. В подрібнений матеріал через завантажувальний бункер 11, заслінку 10 і розподільний конус 9 подаються мікро- і макродобавки. При надходженні добавок, в робочу камеру верхній ніж 7 розподіляє їх рівномірно по всьому об'єму. У процесі змішування беруть участь всі чотири ножа. Більш інтенсивно змішування буде відбуватися в нижній частині корпусу за рахунок лопатей ножа-мішалки.

Отримана кормосуміш вивантажується через горловину лише коли засувка відкрита.

Ступінь подрібнення регулюють зміною решета 17. Якість змішування залежить від тривалості перебування суміші в робочій камері, яка регулюється положенням засувки.

3.4. Теоретичні дослідження процесу приготування комбікормів

Під час проектування складних технологічних систем, зокрема подрібнювачів-змішувачів кормів, доцільним є використання методів математичного моделювання. Аналіз результатів, отриманих у процесі розв'язання моделі, дає змогу обґрунтовано вносити зміни до конструкції та впроваджувати нові елементи в досліджуваній технологічній об'єкт.

Кількісні та якісні показники перероблюваного матеріалу визначаються особливостями споживання й перерозподілу механічної енергії, яку передають робочі органи. Розрахунок потужності, необхідної для процесу перемішування, доцільно виконувати, виходячи з оцінювання моментів гідравлічного опору, що виникають під час обтікання робочого органу потоком зернового матеріалу, який переміщується.

Гідродинамічний розрахунок апаратів із робочими органами за умов як ламінарного, так і турбулентного режимів ґрунтується на наближеному описі поля швидкостей перемішуваного зернового матеріалу. Це опис здійснюється з урахуванням дії сил та моментів гідравлічного опору на межових поверхнях «потік – робочий орган» та «потік – корпус подрібнювача-змішувача».

Для визначення гідравлічного опору зазвичай використовується рівняння Шліхтінга, що включає інтегральну характеристику:

$$\Delta p = \xi \frac{\rho u^2}{2} \quad (3.1)$$

де ξ - коефіцієнт гідравлічного опору; ρ - щільність зернового матеріалу, кг / м³; u - швидкість обтікання робочого органу.

Величина коефіцієнта гідравлічного опору робочого органу залежить від критерію Рейнольдса:

$$\xi = \frac{\lambda}{\text{Re}} \quad (3.2)$$

де λ - коефіцієнт опору робочого органу; Re - критерій Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{\rho u l}{\mu} \quad (3.3)$$

l - характерний розмір робочого органу, м, μ - еквівалентна динамічна в'язкість зернового матеріалу, Па·с.

Як характерний розмір зазвичай використовується мінімальний розмір лобового перерізу (проекції тіла на площину, перпендикулярну до напрямку руху тіла або оточуючого потоку). У випадках, коли можливе точне розв'язання рівняння руху, коефіцієнт λ розраховується аналітично, однак для більшості тіл його величина визначається дослідним шляхом.

У конструкціях робочих органів найчастіше зустрічаються пластини, які розташовані в меридіональній площині апарату і розрізняються співвідношеннями поперечних розмірів. Плоский елемент встановлений під кутом до напрямку обертання робочого органу. Для цих елементів, як і для більшості тіл погано обтічної форми, коефіцієнт λ слабо залежить від їх конфігурації в площині, паралельній напрямку обтікання. Закономірності їх гідравлічного опору можна розглянути на прикладі плоского робочого органу, обтічного в лобовому напрямку окружним потоком.

Момент сил гідравлічного опору, прикладений до робочого органу висотою h при обтіканні його окружним потоком, виражається як:

$$M = h \int_{r_s}^{r_0} p(r) r dr \quad (3.4)$$

де, r_s, r_0 - радіуси внутрішньої і зовнішньої кромки робочого органу), м;
 $p(r)$ - тиск на робочий орган на радіусі r , Па.

Зміна тиску може бути з достатнім наближенням описана лінійним співвідношенням:

$$p(r) = p(r_0) \frac{r}{r_0} \quad (3.5)$$

де $p(r_0)$ - тиск на зовнішній кромці робочого органу, Па, що виражається рівнянням

$$p(r_0) = \xi \frac{\rho u^2(r_0)}{2} = \frac{\lambda \rho u^2(r_0)}{2 Re} \quad (3.6)$$

де $u(r_0)$ - швидкість обтікання зовнішньої кромки робочого органу, м/с.

де M_i - моменти гідравлічного опору, прикладені, відповідно, до i -го робочого органу, Н·м; z - число робочих органів.

Відповідно до рівняння (3.8) сума моментів, прикладених до робочого органу, може бути виражена як:

$$M = \frac{1}{6} \lambda \mu \rho r_0 \left[1 - \left(\frac{r_g}{r_0} \right)^3 \right] u(r_0) \quad (3.10)$$

де r_v - радіус вала, м; $u(r_0)$ - різниця колових швидкостей робочого органу і зернового матеріалу на радіусі r_0 , м / с:

$$u(r_0) = \omega r_0 - v(r_0) \quad (3.11)$$

де ω - кутова швидкість робочого органу, рад / с.

Рівняння (3.10) по суті аналогічне виразу для крутного моменту при турбулентному режимі. При його використанні необхідні відомості про радіальний і осьовий розподіл колової швидкості зернового матеріалу $v(r)$. Одна з особливостей ламінарного режиму перемішування полягає в тому, що внаслідок високої в'язкості зернового матеріалу момент сил гідравлічного опору корпусу апарату виявляється досить високим, а колова швидкість середовища - малою в порівнянні з коловою швидкістю робочого органу.

У більшості випадків це дозволяє з достатнім наближенням знехтувати значенням $v(r_0)$ в рівнянні (3.11) і виразити відповідні значення швидкості обтікання як:

$$u(r_0) \approx \omega r_0 \quad (3.12)$$

Підставляючи ці значення в рівняння (3.10), маємо:

$$M = \frac{1}{6} \lambda \mu h \left[1 - \left(\frac{r_g}{r_0} \right)^3 \right] \omega(r_0) \quad (3.13)$$

Звідси, потужність, що витрачається на перемішування зернового матеріалу:

$$N_n = \omega^2 \frac{1}{6} \lambda \mu h r_0^2 \left[1 - \left(\frac{r_g}{r_0} \right)^3 \right] \quad (3.12)$$

Проведені теоретичні дослідження процесу змішування зернового

матеріалу дозволяють на підставі виділених параметрів (режимних; технологічних; конструктивно-геометричних; фізико-механічних) визначити і прогнозувати витрати потужності на перемішування зернового матеріалу.

3.5. Експериментальні дослідження

У ході експериментальних досліджень застосовували робочі решета з діаметрами отворів 1, 2 та 3 мм. Кутова швидкість обертання вала ротора змінювалася в інтервалі 60–270 об/хв. Оцінювання якості подрібнення здійснювали методом ситового аналізу.

На основі отриманих експериментальних даних встановлено залежності основних технологічних показників від частоти обертання вала ротора за різних діаметрів отворів решіт:

- 1) продуктивність подрібнювача-змішувача Q , кг/год (рис. 3.5.1);
- 2) модуль помелу зернового матеріалу M , мм (рис. 3.5.2);
- 3) питомі витрати енергії W , кВт·год/кг (рис. 3.5.3).

З приведенного графіка (рис. 3.5.4) видно, що продуктивність зростає з ростом частоти обертання ротора і збільшенням діаметра отворів решіт.

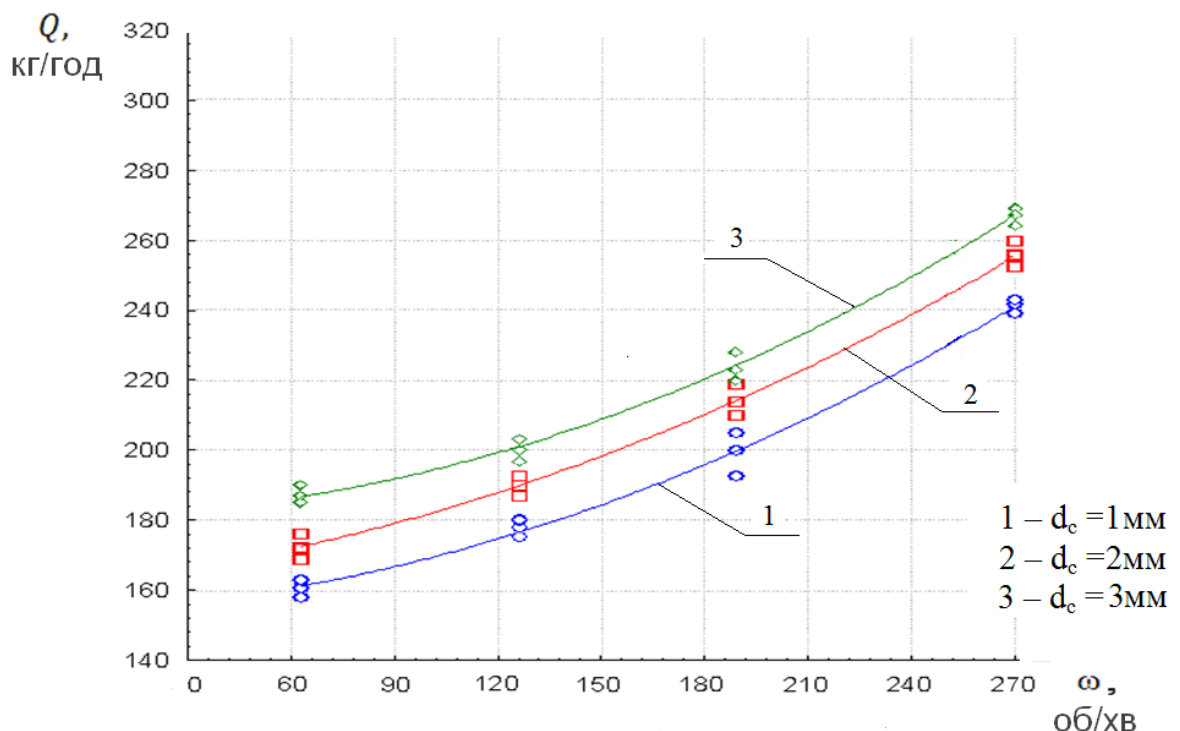


Рис.3.5.1. Залежність продуктивності подрібнювача-змішувача в режимі подрібнення від частоти обертання ротора і діаметра отворів решіт

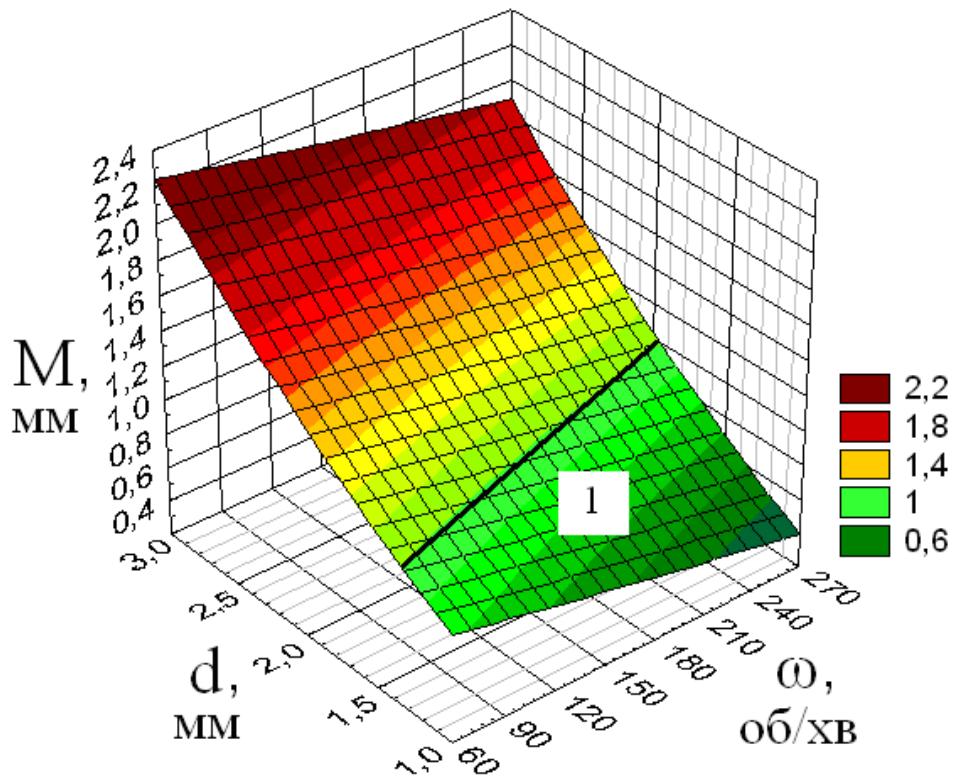


Рис. 3.5.2. Вплив частоти ω обертання ротора та діаметру d отворів решіт на модуль помелу M .

На рис. 3.5.2. показаний характер впливу змінних факторів на крупність подрібнення зерна. Для того, щоб отримати частки дрібного помелу, які рекомендується використовувувати при годівлі свиней, значення частоти обертання ротора і діаметра отворів решіт потрібно обирати в межах зони 1.

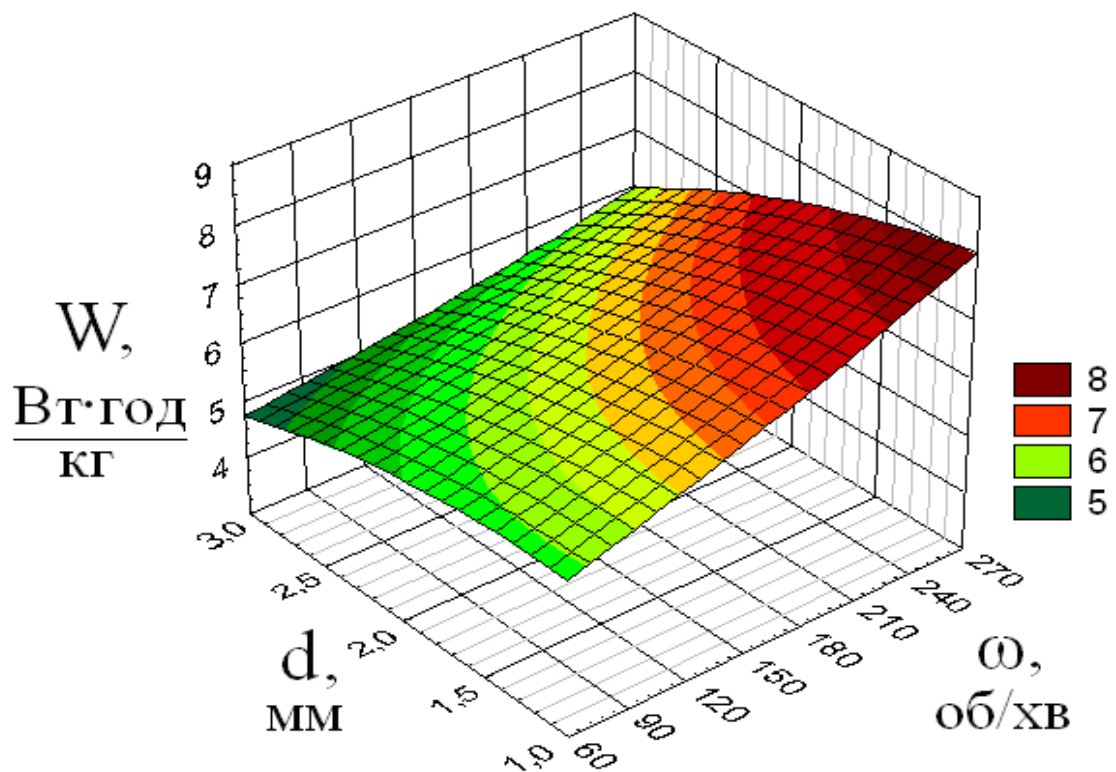


Рис.3.5.3. Залежність питомих витрат W енергії на подрібнення від частоти ω обертання ротора та діаметру d отворів решіт.

Аналіз поверхні показує, що мінімальні питомі витрати енергії отримані при наступних параметрах: $\omega = 60$ об / хв, $d = 3$ мм, що відповідає крупному ступеню подрібнення). При дрібному ступені подрібнення, який використовують для приготування комбікорму свиням параметри були наступними: $\omega = 60$ об / хв, $d = 1$ мм. При цьому подрібнювач-змішувач матиме продуктивність відповідно 185 і 160 кг / год.

Для визначення ступеня неоднорідності суміші використовувався метод контрольного компоненту. У якості такого компоненту використали різнокольорові пластикові кульки.

На підставі результатів експериментів отримана залежність зміни коефіцієнта неоднорідності суміші компонентів від часу циклу роботи установки при різній величині завантаження продукту. Частоту обертання валу ротора прийняли постійною і рівною 60 об/хв.

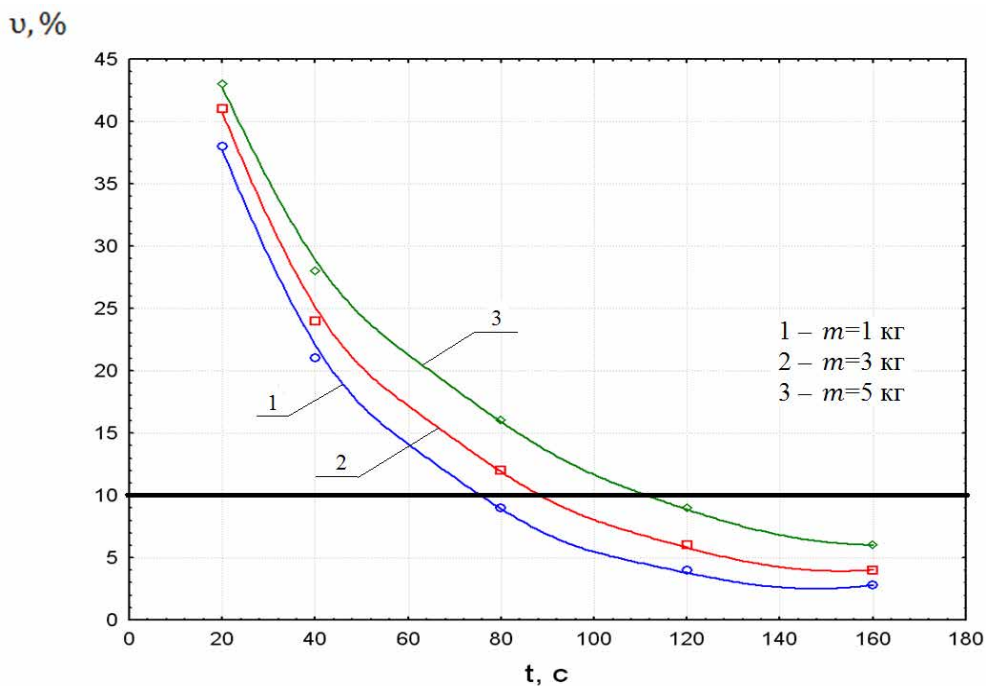


Рис. 3.5.4. Залежність коефіцієнта неоднорідності суміші компонентів від тривалості циклу роботи установки при різній величині завантаження подрібнювача-змішувача

З графіка (рис. 3.5.4) видно, що ступінь неоднорідності знаходиться в допустимих межах (10%) для будь-якої маси нважки при тривалості циклу змішування 120 с.

Одержані рівняння регресії, які адекватно описують процеси подрібнення матеріалу і змішування компонентів суміші в залежності від впливу значущих факторів.

Отже, проведені експериментальні дослідження процесів подрібнення і змішування компонентів комбікормів для свиней дозволили встановити наступні раціональні параметри:

- при подрібненні $\omega = 60$ об/хв, $d = 1$ мм. При цьому подрібнювач-змішувач матиме продуктивність 160 кг / год;
 - при змішуванні $\omega = 60$ об/хв, разова маса суміші $m = 2$ кг; енергоємність складе 1,8 Вт · год / кг; ступінь неоднорідності ν буде дорівнювати 7,5%.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

4.1. Загальні положення

Охорона праці являє собою комплексну систему правових, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності. Основними складовими охорони праці є трудове законодавство, виробнича санітарія та безпека застосування різноманітних технічних засобів у виробничих процесах сільськогосподарського виробництва, включно з пожежною безпекою.

Інтенсивний розвиток охорони праці розпочався паралельно з впровадженням машинного виробництва, яке, з одного боку, полегшувало фізичні навантаження та підвищувало продуктивність праці, а з іншого — підвищувало ризик для життя та здоров'я працівників.

Трудове законодавство в Україні регламентується нормативними актами, серед яких ключовими є Конституція України, Кодекс законів про працю та Закон України «Про охорону праці». У сучасному сільськогосподарському виробництві на організм працівника впливають різноманітні технічні, хімічні, біологічні та інші фактори.

Законодавство визначає гарантії охорони праці на підприємствах, встановлює основні принципи стимулювання роботи в галузі охорони праці, регламентує дію державних, міжгалузевих та галузевих нормативних актів, а також затверджує структуру й порядок функціонування державного управління охороною праці, державного нагляду та громадського контролю за дотриманням законодавства.

Метою охорони праці є створення таких умов на виробництві, які забезпечують максимальну безпеку життєдіяльності працівників, оптимальну продуктивність праці при мінімальних енергетичних витратах організму та виключення шкідливого впливу виробничих факторів.

Відповідно до нормативних положень, організація охорони праці на підприємстві покладається на керівника, який є відповідальним за своєчасне отримання та поширення нормативної інформації, а також контроль за виконанням вимог безпеки. Інформація щодо охорони праці передається від керівника головним спеціалістам та службі охорони праці, а далі — керівникам виробничих дільниць, які забезпечують доведення її безпосередньо до робочих місць (схема 4.1.1).



Рис. 4.1.1. Організація охорони праці в господарстві

Для ефективного функціонування системи управління охороною праці необхідна наявність компетентного керівного органу у складі керівника господарства та спеціаліста з охорони праці. До їхніх обов'язків належить координація всіх робіт, пов'язаних із систематичним виявленням потенційних небезпек (контролем стану виробничого обладнання, технологій, виробничих процесів), аналіз цих ризиків та своєчасна розробка заходів щодо їх усунення.

При укладенні трудового договору сторонами виступають адміністрація господарства та працівники, а права та обов'язки регламентуються колективним договором. Законодавство покладає на адміністрацію обов'язок проведення інструктажів із техніки безпеки, виробничої санітарії, пожежної безпеки та інших аспектів охорони праці. Працівники зобов'язані дотримуватися встановлених вимог і інструкцій, а також використовувати засоби індивідуального захисту відповідно до статті 159 Кодексу законів про працю та статті 18 Закону України «Про охорону праці».

Працівники, зайняті на роботах із важкими та шкідливими умовами, мають право на безкоштовне лікувально-профілактичне харчування, молоко або еквівалентні продукти, скорочення тривалості робочого часу, додаткові оплачувані відпустки, пільгову пенсію та інші пільги. У разі виникнення виробничого каліцтва або іншого ушкодження здоров'я під час виконання трудових обов'язків роботодавець зобов'язаний відшкодувати працівникові збитки у повному обсязі, а також надати матеріальну одноразову допомогу.

Специфіка технологічних процесів у тваринництві визначає характер та джерела виробничих небезпек. При догляді за тваринами потенційна небезпека виникає безпосередньо від самих тварин (травмування, зараження інфекційними хворобами), машин та механізмів, теплової і електричної енергії, будівельних конструкцій. У тваринництві можливі професійні захворювання, спричинені патогенними мікроорганізмами, джерелом яких є хворі або інфіковані тварини. До поширених захворювань належать бруцельоз, туберкульоз, туляремія, сальмонельоз, лептоспіроз, токсоплазмоз, орнітоз, лістерельоз, трихофітія.

Основними видами травм є забиття, порізи, переломи, опіки, отруєння та ураження електричним струмом. Персонал повинен бути інструктований щодо засобів особистої гігієни, правил поводження з тваринами загалом та з заразнохворими зокрема. Перед входом у тваринницькі приміщення та між секціями слід встановлювати дезбар'єри (дезкілимки, дезмати, змочені дезрозчином).

Працівники тваринництва проходять медичні огляди перед початком роботи та профілактичні огляди раз на квартал, а доярки — щомісяця; один-два рази на рік проводиться диспансеризація з обмеженням щодо бруцельозу та туберкульозу. Керівники несуть відповідальність за допуск до роботи осіб без проходження медогляду та за порушення строків профілактичних оглядів.

Тваринницькі приміщення, ветеринарні об'єкти, кормоцехи, склади та інші виробничі споруди не слід розташовувати на заболочених територіях, ділянках із високим рівнем підґрунтових вод або на місцях колишніх гноєсховищ і шкіросировинних підприємств. Кожну ферму розташовують від населених пунктів у межах санітарно-захисної зони відповідно до чинних норм: для ферм великої рогатої худоби та цехів кормоприготування ця відстань становить 300 м.

Дороги, проїзди та пішохідні проходи повинні бути вільними, без вибоїн, належно освітленими. Гноєсховища, сечозбірники та інші заглиблення на території огороджуються для запобігання падінню людей і тварин. Територія ферми має бути огороженою та озелененою.

Струмоведачі частини обладнання повинні бути захищені, а неструмоведачі — надійно заземлені. У разі неможливості ізолювати небезпечні пристрої за функціональним призначенням передбачаються додаткові організаційно-технічні заходи, які фіксуються в експлуатаційних документах.

Будівлі та виробничі об'єкти розміщують із урахуванням санітарних і протипожежних норм, а територія підприємства повинна бути рівною, добре вентиляваною та спланованою таким чином, щоб атмосферні опади відводилися від будівель до водостоків.

Створення умов праці, що забезпечують безпеку життєдіяльності працівників, максимальну продуктивність при мінімальних енергетичних витратах та захист від шкідливого впливу виробничих факторів, потребує інтегрованих знань у багатьох галузях науки і техніки.

4.2 Аналіз умов праці на кролефермах

Умови праці на підприємствах кролівництва є комплексною характеристикою виробничого середовища, що визначається сукупністю технологічних процесів, мікрокліматичних параметрів, організації праці та рівня механізації. Раціональний аналіз цих чинників є необхідною передумовою підвищення ефективності виробництва, забезпечення біобезпеки та збереження здоров'я працівників.

1. Мікроклімат виробничих приміщень

Мікрокліматичні умови (температура, вологість, швидкість руху повітря, газовий склад) значною мірою впливають як на фізіологічний стан тварин, так і на умови праці персоналу. Для кролеферм характерні такі ризики:

- **Підвищена температура й вологість**, що можуть виникати за інтенсивної концентрації тварин у закритих приміщеннях. Перегрівання спричиняє зниження працездатності працівників і може бути фактором розвитку теплового стресу.
- **Накопичення газів**, зокрема аміаку, вуглекислого газу та сірководню, внаслідок розкладання органічних решток і сечі. При концентраціях, що перевищують гранично допустимі норми, спостерігається подразнення слизових оболонок, зниження функції органів дихання та підвищення ризику професійних захворювань.
- **Запиленість повітря**, що виникає при роздаванні комбікормів або очищенні кліткового обладнання. Пилові частинки можуть містити мікроорганізми, алергени та хімічні компоненти кормів, що підвищує ризик розвитку алергічних реакцій і респіраторних порушень у працівників.

Отже, забезпечення адекватної вентиляції, регулярне очищення приміщень та дотримання ветеринарно-санітарних норм є ключовими вимогами для підтримання безпечного мікроклімату.

2. Біологічні фактори ризику

Специфіка роботи з живими тваринами передбачає постійний контакт працівників із біологічними агентами. До найбільш поширених біологічних чинників належать:

- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, грибки), що можуть передаватися через повітря, інвентар або прямий контакт із тваринами;
- паразитарні інвазії (зовнішні й внутрішні паразити), які можуть бути джерелом зоонозних захворювань;
- продукти життєдіяльності тварин, здатні викликати сенсibiliзацію організму та алергічні реакції.

Працівники кролеферм входять у групу підвищеного ризику щодо виникнення зоонозних інфекцій — пастерельозу, псевдотуберкульозу, дерматомікозів, алергічного риніту та бронхіальної астми. Тому необхідне чітке дотримання санітарних регламентів, використання індивідуальних засобів захисту (рукавичок, респіраторів, захисного одягу) та проведення планових профілактичних заходів.

3. Фізичні чинники

До фізичних факторів, які впливають на умови праці персоналу кролеферм, належать:

- **Шум**, що виникає під час роботи вентиляційного обладнання, механізованих ліній роздавання кормів або внаслідок активності тварин;
- **Вібрація** — у разі використання подрібнювачів, змішувачів кормів або іншої техніки;
- **Недостатня освітленість** або надмірна яскравість світлових приладів, що може спричинити зорове напруження.

Підвищений рівень шуму та вібрацій може викликати втому, порушення нервової системи та зниження працездатності, тоді як нерегламентоване освітлення впливає на точність виконання технологічних операцій та збільшує ймовірність травматизму.

4. Хімічні чинники

Хімічні ризики пов'язані з використанням дезінфекційних препаратів, мийних розчинів та кормових добавок. Вони можуть спричинити подразнення шкіри, слизових оболонок, токсичні реакції у разі порушення правил зберігання й застосування хімічних засобів.

Додатковим чинником є **аміачні випари**, що формуються при розкладанні органічних відходів. При тривалому впливі вони здатні погіршувати функцію органів дихання та викликати хронічні захворювання.

5. Трудове навантаження та ергономічні аспекти

Праця на кролефермах характеризується значними фізичними навантаженнями, що пов'язані з:

- перенесенням кормів і інвентарю;
- очищенням кліткових батарей;
- ручними операціями з відбору молодняка, зважуванням, інспекцією тварин;
- ремонтно-налагоджувальними роботами.

Недостатній рівень механізації збільшує енергетичні витрати працівників та підвищує ризик розвитку опорно-рухових порушень. Неправильна організація робочого місця може сприяти розвитку професійних м'язово-скелетних захворювань, травм і втоми.

6. Психофізіологічні фактори

До цієї групи належать стресові ситуації, що виникають при великому обсязі відповідальності за збереження поголів'я, необхідності оперативного реагування на зміни стану тварин, а також монотонність окремих технологічних процесів. Хронічний стрес може знижувати продуктивність праці, впливати на точність виконання операцій і спричиняти професійне вигорання.

7. Організаційні та безпекові аспекти

До ефективної організації умов праці на кролефермах належать:

- чітке планування технологічних операцій та раціональний розподіл функцій між працівниками;
- забезпечення доступу до сучасних засобів механізації (автоматизованих систем напування, роздавання кормів, очищення);
- наявність інструкцій з охорони праці, промислової санітарії та пожежної безпеки;
- систематичне проведення інструктажів, перевірки знань та контроль дотримання вимог безпеки.

Важливим є дотримання ветеринарно-санітарного режиму, адже порушення біобезпеки може призвести до епізоотичних спалахів і створити загрозу як для тварин, так і для персоналу.

Умови праці на кролефермах формуються під впливом комплексу фізичних, хімічних, біологічних, ергономічних і психофізіологічних чинників. Раціональна організація виробничого середовища, належна механізація технологічних процесів, контроль мікроклімату й суворе дотримання санітарно-гігієнічних норм є визначальними факторами, що забезпечують безпечні й ефективні умови праці персоналу. Комплексне удосконалення цих напрямів сприяє підвищенню продуктивності господарства, зменшенню ризику професійних захворювань та покращенню добробуту тварин.

4.3 Розрахунок вентиляції кролеферми

Розрахунок повітрообміну ведеться по вологості повітря, так як при цьому обмін повітря забезпечить і нормальний вміст вуглецю.

Для розрахунку необхідно задатися вихідними даними:

Число тварин на фермі -	37200 голів,
В одному приміщенні -	8500 голів,
Середня вага однієї тварини -	4 кг,
Температура зовнішнього повітря взимку, °С -	-10°С,
Відносна вологість зовнішнього повітря -	85%,
Відносна вологість внутрішнього повітря -	70%.

Обсяг вентиляції повітрообміну не повинен бути нижче мінімально допустимого по нормам повітрообміну в тваринницьких приміщеннях.

По нормам на одного кроля необхідно не менше 12 м³/год повітря. Тоді, мінімально допустимий об'єм вентиляції по вмісту вуглецю повітрообміну.

$$V_{CO_2} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot P_i}{P_2 - P_1}, \quad (4.1)$$

де m_i – число тварин в одному приміщенні, голів;

P_1 – кількість вуглецю, яку виділяє одна тварина, $P_1 = 7$ дм³/год;

P_2 – допустима норма вуглекислоти в приміщенні, $P_2 = 2,5$ дм³/м³;

P_1 – вміст вуглекислоти в зовнішньому повітрі, $P_1 = 0,3...0,49$ дм³/м³.

$$V_{CO_2} = \frac{8500 \cdot 7}{2.5 - 0.4} = 31315 \text{ дм}^3/\text{год}.$$

Кратність повітрообміну визначається за формулою

$$K = \frac{V_{\max}}{V_n}, \quad (4.2)$$

де V_n – об'єм приміщення, м³.

$$K = \frac{31315}{5440} = 5,75.$$

При кратності повітрообміну $K \leq 6$ приймаємо природну вентиляцію.

Загальну площу вентиляційних каналів визначаємо за формулою.

$$F_B = \frac{V}{3600 \cdot v}, \quad (4.3)$$

де v – швидкість руху повітря в каналі, $v = 0,49$ м/с.

$$F_B = \frac{31315}{3600 \cdot 0.49} = 17.75 \text{ м}^2.$$

Знаючи площу поперечного перерізу одного витяжного каналу, знаходимо їх кількість [11]

$$K_B = \frac{F_B}{f_B}, \quad (4.4)$$

де f_B – площа поперечного перерізу одного витяжного каналу, $f_B = 0,49$ м².

$$K_B = \frac{17.75}{0.49} = 36 \text{ шт.}$$

Приймаємо 36 витяжних каналів.

Кількість і загальну площу припливних каналів визначаємо по формулі

$$F_n = \frac{5440}{3600 \cdot 0.49} = 3.1 \text{ м}^2.$$

Кількість припливних каналів складе [11]

$$K_n = \frac{F_n}{f_n}, \quad (4.5)$$

де f_n – площа поперечного перерізу припливного каналу, $f_n = 0,25$ м².

$$K_n = \frac{3.1}{0.25} = 12.4 \text{ шт.}$$

Приймаємо переріз припливних каналів 0,5х0,5 і кількістю 13 шт.

4.4 Моделювання травмонебезпечних ситуацій

Кролеферми характеризуються поєднанням біологічних, технологічних та санітарно-гігієнічних факторів, що створюють потенційні загрози для персоналу. Систематичне моделювання травмонебезпечних ситуацій є необхідним етапом управління охороною праці, оскільки дає змогу ідентифікувати критичні точки виробництва, оцінити ризики та розробити превентивні заходи.

1. Методологічні підходи до моделювання

Для якісного аналізу небезпек застосовують такі наукові підходи:

1. **Метод аналізу небезпек і критичних контрольних точок (НАССР)** – визначення етапів, де можливе формування травмонебезпечного фактора.
2. **Метод «дерева подій» (Event Tree Analysis)** – моделювання розвитку аварійної ситуації від початкової події до можливих наслідків.
3. **Метод «дерева відмов»** – визначення причин виникнення травми через комбінацію технічних та організаційних збоїв.
4. **Системне моделювання** – аналіз взаємодії людини, тварин, обладнання та середовища.
5. **Кількісна оцінка ризику (QRA)** – використання ймовірнісних показників для встановлення рівня небезпеки.

2. Основні потенційно травмонебезпечні фактори на кролеферм

2.1. Біологічні фактори

- укуси та подряпини тварин;
- інфекційні агенти (пастерельоз, міксоматоз — при роботі з інфікованими особинами);
- алергени (шерсть, пил, кормові добавки).

2.2. Механічні та технологічні фактори

- гострі краї кліток та інвентарю;
- рухомі частини механізмів (кормозмішувачі, вентиляційні системи);
- падіння працівника при обслуговуванні стелажів;
- травми під час відлову та фіксації тварин.

2.3. Мікрокліматичні та хімічні фактори

- аміачні випари з піддону та гною;
- підвищена запиленість кормів;
- ризик отруєння дезінфекційними засобами.

3. Моделювання типових травмонебезпечних ситуацій

3.1. Ситуація 1: Травма при відлові та переміщенні кролів

Початкова подія: некоректне фіксування тварини.

Імовірні наслідки: подряпини, укуси, вивих кисті.

Модель «дерева подій»:

1. Працівник захоплює тварину →
2. Кролик виривається через стрес →
3. Відбувається різкий рух кінцівок →
4. Травма персоналу або падіння тварини.

Ключові параметри: маса кроля, рівень стресу, досвід працівника, сила фіксації.

3.2. Ситуація 2: Поризи та садна під час обслуговування кліток

Початкова подія: контакт з гострими елементами кліток.

Фактори: корозія металу, деформація конструкції, недостатнє освітлення.

Модель

$R = P \times CR$ = $P \times C$ **ризик:**
 $CR = P \times C$,
 де **P** – ймовірність контакту з гострим елементом,
C – тяжкість травми (оцінюється за шкалою 1–5).

3.3. Ситуація 3: Отруєння аміаком у приміщенні з недостатньою вентиляцією

Умови: надлишок гною, несправність вентиляційної системи.

Етапи розвитку події:

1. Накопичення аміаку > 25 ppm.
2. Поява симптомів у працівників (кашель, слезотеча).
3. Втрата працездатності при концентраціях > 150 ppm.

Модель: дифузійне моделювання концентрації газу + часові параметри провітрювання.

3.4. Ситуація 4: Травми внаслідок падіння працівника

Причини: слизька підлога, кормові рештки, вода після миття.

Модель:

- Параметри поверхні: коефіцієнт тертя μ .
- Біомеханічні параметри падіння: швидкість переміщення, висота центру мас.

4. Системна інтеграція результатів моделювання

На основі змодельованих ситуацій будується **матриця ризиків**, де кожна небезпека ранжується за ймовірністю та тяжкістю наслідків. Крім цього, результати можуть бути інтегровані у:

- **план профілактичних заходів;**
- **регламенти безпечного виконання робіт;**
- **програму навчання персоналу;**
- **систему моніторингу виробничих умов.**

5. Рекомендації щодо зниження травмонебезпечності

- регулярний технічний огляд кліток та обладнання;
- навчання персоналу методам безпечного відлову кролів;
- використання ЗІЗ (рукавички, окуляри, маски);
- оптимізація вентиляції та періодичний контроль аміаку;

- очищення проходів та покращення освітленості;
- автоматизація процесів годування та прибирання.

Моделювання травмонебезпечних ситуацій на кролефермі дозволяє створити науково обґрунтовану систему управління ризиками, що враховує специфіку біологічних об'єктів, обладнання та виробничого середовища. Використання якісних та кількісних моделей забезпечує можливість прогнозування потенційних аварійних подій, формування ефективних превентивних заходів та мінімізації технологічних та соціальних збитків.

4.5. Пожежна безпека тварин

Під час евакуації з палаючих будівель тварини інстинктивно збираються в групи та формують потік, що рухається до виходів. Його розміри визначаються кількістю тварин і параметрами проходів, дверей, тамбурів тощо. Важливо враховувати, що поведінка тварин при пожежі залежить від способу утримання: за вигульного утримання вони зазвичай самотійно залишають будівлю через відчинені двері, тоді як при безвигульному утриманні їх необхідно примусово виганяти, що потребує більшої кількості персоналу та часу.

Головним показником ефективності конструктивних, планувальних та організаційних рішень щодо забезпечення безпеки тварин у разі пожежі є мінімальна тривалість евакуації. Чим швидше вона відбудеться, тим вищою є ймовірність збереження поголів'я. Виведення тварин має бути завершене до настання небезпечних для їхнього життя факторів пожежі.

Це можливо за умов наявності достатньої кількості евакуаційних шляхів і виходів відповідних розмірів, правильних конструктивно-планувальних рішень, створення незадимлюваних зон та забезпечення належної підготовки персоналу до дій у разі пожежі.

Загальна ширина воріт, дверей і проходів для евакуації визначається видом тварин і ступенем вогнестійкості будівлі: чим більші тварини та нижча вогнестійкість споруди, тим менша кількість голів припадає на 1 м ширини виходу.

Ширина проходів і виходів має забезпечувати одночасний рух щонайменше двох тварин і становити не менше 1 м для великої та не менше 0,8 м — для дрібної худоби. Максимальна ширина евакуаційних дверей і воріт, щоб їх можна було рівномірно розмістити по периметру будівлі, не повинна перевищувати 3 м. Проходи мають бути не вузькими за евакуаційні виходи, а висота дверей і воріт повинна бути не меншою за 1,8 м.

Забезпечення оперативної евакуації тварин у разі утримання їх у клітках чи станках (кролі, телята, поросята, молодняк великої рогатої худоби, свині) супроводжується значними труднощами. Нестача обслуговуючого персоналу за великої кількості кліток і станків унеможливорює швидке та впорядковане переміщення тварин у безпечну зону. За умов групового утримання по 20 голів і загальної чисельності близько 400 тварин у секції, час, необхідний для повної евакуації, становить щонайменше 15–20 хвилин.

Для зменшення задимленості приміщень застосовують димовідвідні системи, зокрема дефлектори. У звичайному режимі експлуатації димові люки виконують функцію вентиляції. Їхня площа має становити не менш як 0,3% від загальної площі приміщення.

Автоматичні системи пожежогасіння, хоча й ефективні, характеризуються високою вартістю та потребою у щоденному професійному обслуговуванні. З огляду на це їх використання на сільськогосподарських об'єктах поки що є обмеженим.

У кожній конкретній ситуації необхідно обирати оптимальний рівень протипожежного захисту, який би мінімізував імовірність виникнення пожежі та можливі втрати від неї.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНИХ РІШЕНЬ

Економічна результативність виробництва продукції тваринництва значною мірою визначається рівнем годівлі та якістю підготовлених кормів. Остання, у свою чергу, залежить від ступеня механізації технологічних процесів, пов'язаних із приготуванням кормів для згодовування.

Оцінка економічної ефективності здійснюється за такими ключовими показниками: підвищення продуктивності праці, строк окупності інвестиційних витрат та величина річного економічного ефекту.

Запропоновані в дипломному проєкті технічні та організаційні рішення сприяють підвищенню ефективності роботи підприємств комбікормової промисловості. Це досягається за рахунок зростання продуктивності діючого обладнання, покращення умов праці та зменшення рівня травмонебезпечності. Упровадження та модернізація обладнання забезпечують додатковий економічний ефект.

Крім того, підвищується якість готової продукції, скорочується обсяг браку та невиробничих втрат часу. Запропоновані заходи можуть бути реалізовані на наявному обладнанні, а також адаптовані для використання на інших підприємствах галузі.

Модернізація існуючих засобів механізації, що вимагає порівняно невеликих капіталовкладень, приносить відчутний економічний ефект при збільшенні ефективності роботи машини. Використання комбінованого подрібнювача-змішувача підвищує однорідність подрібнення зернового корму та знижує питомі енерговитрати, при цьому показник ефективності роботи збільшується до 25 %.

5.1. Розрахунок річних економічних показників

Річна потреба у комбікормах буде складати:

$$P_{кр} = K_2 \cdot P_n \quad (5.1)$$

де K_2 - кількість кролів у господарстві, $K_2 = 37200$ голів;

P_n - річна потреба комбікормів на одну голову, в середньому 75 кг/рік.

$$P_{кр} = 75 \cdot 37200 = 646050 \text{ кг}$$

Визначення часу роботи обладнання для задоволення потреби у кормах господарства

$$T_p = \frac{P_{кр}}{Q}, \quad (5.2)$$

де T_p - кількість годин роботи на рік, Q - продуктивність машини, т/год;

Час роботи за рік для запропонованої моделі:

$$T_{pz} = 646,1 / 0,6 = 1076,8 \text{ год};$$

для базової моделі:

$$T_{pb} = 646,1 / 0,5 = 1292,2 \text{ год};$$

Капіталовкладення визначаються за формулою:

$$K_a = K_p + K_m + K_n \quad (5.3)$$

де K_p - вартість розробки та виготовлення запропонованого подрібнювача змішувача, грн.;

K_m - вартість переоснащення агрегату, грн;

K_n - вартість переналадки та навчання персоналу, грн.

$$K_b = 38000 + 23000 + 7000 = 68000 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію

$$E_e = M_m \cdot K_z \cdot B_{en} \quad (5.4)$$

де M_m - встановлена потужність, кВт;

K_z - кількість годин роботи на рік;

$B_{ен}$ - вартість 1кВт електроенергії для сільськогосподарських виробників, приймаємо 1,50 грн. Тоді:

для запропонованої моделі:

$$E_{вз} = 5 \cdot 1076,8 \cdot 1,5 = 8076 \text{ грн}$$

для базової моделі:

$$E_{вб} = 3 \cdot 1292,2 \cdot 1,5 = 5814,9 \text{ грн}$$

Витрати на оплату праці персоналу:

$$O_n = T_{см} \cdot K_z \cdot K_p \quad (5.5)$$

де $T_{см}$ - годинна оплата праці, приймаємо 80 грн;

K_z - кількість годин роботи за рік;

K_p - кількість обслуговуючого персоналу.

Тоді для запропонованої моделі:

$$O_{вз} = 80 \cdot 1076,8 \cdot 1 = 20566,8 \text{ грн}$$

для базової моделі:

$$O_{вб} = 80 \cdot 1292,2 \cdot 1 = 23394,2 \text{ грн}$$

Економія коштів за рахунок зниження виходу пиловидної фракції:

$$E_k = (n_б - n_з) / 100 \cdot B_з \cdot П_{кр}, \quad (5.6)$$

де $n_б$ і $n_з$ - вихід пиловидної фракції для базової та запропонованої моделі відповідно, %;

B_3 – вартість 1 кг зерна грн/т, приймаємо $B_3 = 4700$ грн/т

$$E_k = (15 - 2) / 100 \cdot 4700 \cdot 646,1 = 694754 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект:

$$E_p = (E_{\text{вб}} - E_{\text{вз}}) + (O_{\text{вб}} - O_{\text{вз}}) + E_k \quad (5.7)$$

$$E_p = (5814,9 - 4845,6) + (18090,8 - 15075,2) + 694767,1 = 894752 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$T_o = \frac{K_e}{E_p} \quad (5.8)$$

$$T_o = \frac{68000}{894752} = 0,75 p$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 Оцінка економічної ефективності

Показники	Базова конструкція	Запропонована конструкція
Капіталовкладення, грн	-	68000
Вартість спожитої електроенергії, грн	5814,9	8076
Річний фонд оплати праці, грн	23394	20566,8
Річний економічний ефект, грн		894752
Термін окупності, років		0,75

Отже, при використанні запропонованої конструкції буде отримано річний економічний ефект 894752 грн за рахунок зменшення виходу пиловидної фракції та зниження енергомісткості процесу. Термін окупності становитиме 0,75 року.

ВИСНОВКИ

1. Відповідно до проведеного аналізу виробничої діяльності ТОВ «Кролікофф» та огляду наукових літературних та електронних інформаційних джерел були розроблені інженерно-технологічні рішення для забезпечення виконання технологічних процесів на кролефермі.

2. З метою поєднання операцій подрібнення та змішування в компактній установці розроблено конструкцію подрібнювача-змішувача, яка включає три ріжучі ножі та ніж-мішалку, що забезпечує суміщення технологічних процесів у одному агрегаті.

3. Виконано теоретичні дослідження процесу змішування зернової сировини, оснований на визначенні моментів гідравлічного опору під час обтікання робочого органу потоком зернового матеріалу. Отримані залежності дають можливість оцінювати та прогнозувати енергетичні й якісні показники під час підготовки комбікормів.

4. Проведені експериментальні дослідження процесів подрібнення та змішування компонентів комбікормів для свиней дали змогу встановити такі оптимальні параметри роботи обладнання:

- для подрібнення: частота обертання $\omega = 60$ об/хв, діаметр отворів решета $d = 1$ мм; за таких умов продуктивність подрібнювача-змішувача становить 160кг/год;
- для змішування: частота обертання $\omega = 60$ об/хв, разова маса суміші $m = 2$ кг; енергоємність процесу — 1,8 Вт·год/кг; ступінь неоднорідності суміші v — 7,5%. У цьому режимі агрегат забезпечує переробку 60 кг/год комбікорму.

5. Річний економічний ефект від впровадження запропонованої конструкції складе 894752 грн. Термін окупності становитиме 0,75 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балакіреєв Н.А. Корми та годування кроликів: монографія. М: Видавничий дім «Наукова бібліотека», 2015. 268 с.
2. Деренжі П.В. Технологічні та технічні рішення з приготування якісних комбікормів // Кормовиробництво. - 2005. - №9. - С. 29-32.
3. Голубєв М.І. Перетравність питних речовин в організмі молодняку кроликів при різних рівнях сирової клітковини у комбікормі /М.І. Голубєв, Ю.В. Позняковський //Науковий вісник Львівського національного університету вет. медицини. 2013. Т. 15. №1. З. 41 –46.
4. Брагінець Н.В., Вольвак С.Ф., Лангазов В.В. Вибір дозатора концентрованих кормів для малих ферм / Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. - Кіровоград: Видавництво КНТУ, 2003. - № 31 (43). - С. 65 - 69.
5. Ландес Штерн-Ліс. Кролики: Довідник - посібник з розведення та вирощування / Штерн-Ліс Ландес. Харків: Клуб сімейного дозвілля, 2014. 144 с.
6. Бабицький Л. Ф., Булгаков В.М., Войтюк Д. Г., Рябець В. І. Основи наукових досліджень. Навчальний посібник для студентів факультетів механізації сільського господарства. - Київ: Видавництво НАУ, 1999. - 228 с.
7. Черненко А.В. Якість м'яса кроликів за різних умов годівлі та утримання / А.В. Черненко, О.М. Ратошний // Кроликівництво та звірівництво. 2015. №6. З. 44-46.
8. Вітвіцький В. В. Методичні положення та норми продуктивності на приготування кормів в умовах тваринницьких ферм / В. В. Вітвіцький, М. І. Фурса, О.П. Суховій; М-во аграр. політики України, УНДІ продуктивності АПК. - Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2008. - 104 с.
9. Навчальне видання Пабат Віктор Олексійович Вінничук Дмитро Тимофійович Гончаренко Ігор Володимирович Агій Василь Михайлович КРОЛІВНИЦТВО З ОСНОВАМИ ГЕНЕТИКИ ТА РОЗВЕДЕННЯ Навчальний посібник Підписано до друку 26.06.2018 «Видавництво Ліра-К» Свідоцтво № 3981, серія ДК. 03115, м. Київ,
10. Діордієв В.Т., Чаусов С.В. Визначення енергозберігаючих режимів роботи потокових комбікормових ліній. // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Вип.1., Т.25. - Мелітополь: ТДАТА, 2001. - С. 47-51.
11. Вітвіцький В. В. Методичні положення та норми продуктивності на приготування кормів в умовах тваринницьких ферм / В. В. Вітвіцький, М. І. Фурса, О.П. Суховій; М-во аграр. політики України, УНДІ продуктивності АПК. - Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2008. - 104 с.
12. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов [та ін.] ; за ред. І.С. Гулого. - Вінниця: Нова книга, 2001. - 575 с.

13. Дармограй Л.М. Вплив менеджменту годівлі на продуктивні показники кроликів за інтенсивною технологією вирощування / Л.М. Дармограй, І.С. Лучин. Б.В. Гутій // Науковий вісник. Львів. 2017. Т. 19. №79. – С. 38-43.
14. Житнікова Ю. Кролики: породи, розведення, зміст, догляд / Ю. Житнікова. Р/Д: Фенікс, 2004. 256 с.
15. Черненко А.В. Якість м'яса кроликів за різних умов годівлі та утримання / А.В. Черненко, О.М. Ратошний // Кроликівництво та звірівництво. 2015. №6. З. 44-46.
16. Cervera C., Fernández Carmona, JF, 2010. Nutrition and the climatic environment. In: Nutrition of the Rabbit (De Blas C., Wiseman J., eds), CABI Publishing, Wallingford, UK, p.267-284.
17. Gidenne T., 2015. Dietary fibres in nutrition of growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review. *Animal*, 9 (02), p.227-242.