

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.08 – МКР.1943 «С» 2022.12.30.10 ПЗ

Гончар Олександр Миколайович

2023

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.08 – МКР.1943 «С» 2022.12.30.10 ПЗ

Гончар Олександр Миколайович

2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко – технологічний факультет

НУБІП України

УДК 629.027:656.13

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету (Директор ННІ)
механіко – технологічний факультет
(назва факультету (ННІ))

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів
(назва кафедри)

НУБІП України

Братішко В.В.

(підпис)

(ПІБ)

“ ” 2023 р.

Калінін Є.І.

(ПІБ)

(підпис)

“ ” 2023 р.

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Удосконалення канатно-скребкового кормороздавача для птиці з

дослідженням конструктивно-режимних параметрів»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код / назва)

Освітня програма Агроінженерія
(назва)

НУБІП України

Орієнтація освітньої програми _____

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

НУБІП України

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Братішко В.В.

(ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

НУБІП України

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Ачкевич О.М.

(ПІБ)

Виконав _____

Гончар Олександр Миколайович
(ПІБ)

КИЇВ – 2023

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
тракторів, автомобілів та
біоенергоресурсів

д.т.н., проф. (наук. ступ.) вч. звання) (підпис) Калінін Є.І. (ІПБ) 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Гончару Олександр Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність

208 «Агроінженерія»

(код назва)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи на тему «Удосконалення канатно-скребкового кормороздавача для птиці з дослідженням конструктивно-режимних параметрів» затверджена наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022р. №1079 «3»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру: 01.10.2023

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: загальні методи годівництва птиці на птахофабриках, періодичні видання, науково-методичні розробки вітчизняних та закордонних авторів відносно методів годівництва птиці та шляхів їх автоматизації

Перелік питань які потрібно розробити

Вступ. Стан питання, мета та задачі дослідження. Теоретичне дослідження роботи транспортера для переміщення корму. Програма і методика проведення експериментальних досліджень.

Висновки.

Перелік графічного матеріалу: Класифікація роздавачів кормів. Запропонований кормороздавач та принципи його функціонування. Теоретичне дослідження впливу різних факторів на ефективність роботи кормороздавача. Експериментальні дослідження. Результати експериментальних досліджень. Висновки.

Дата видачі завдання «09» січня 2023 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра

(підпис)

Ачкевич О.М.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Гончар О.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Основна частина дипломного проекту викладена на 64 сторінках пояснювальної записки і 16 слайдах презентації та ілюстрована 38 рисунками.

Пояснювальна записка складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку використаної літератури.

Тема дипломного проекту: «Удосконалення канатно-скребкового кормороздавача для птиці з дослідженням конструктивно-режимних параметрів».

Об'єктом дослідження є показники ефективності функціонування канатно-скребкового кормороздавача для птиці.

Метою роботи є обґрунтування конструктивних параметрів та режимів роботи установки для роздачі кормів різної вологості в клітинних батареях пташників при підвищенні продуктивності та рівномірності роздачі корму, а також зниження енергоємності.

У кваліфікаційній роботі проведені дослідження фізико-механічних властивостей кормових сумішей дозволили визначити їх оптимальні значення: вологість 25...35%, гранулометричний склад 2...4мм, об'ємна вага 420 г/дм³, коефіцієнти зовнішнього та внутрішнього тертя 0,4 та 0,3, відповідно.

В результаті теоретичних досліджень встановлено, що робота кормороздавача стабільна при вологості кормової суміші 25...30%, швидкості руху робочого органу – 0,055...0,065 м/с, подачі кормової суміші з бункера-дозатора 0,3...0,4 кг/с, опорі переміщенню робочого органу – 0,015...0,025 кг/м.

Ключові слова: канатно-скребковий кормороздавач, кормові суміші, птиця, вологість.

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ, МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
1.1. Зоотехнічні передумови оптимального режиму годування птахів.....	7
1.2. Способи обмеженого годування птиці та їх оцінка.....	9
1.3. Аналіз існуючих роздавачів кормів вітчизняного та закордонного виробництва.....	12
1.4. Пропонована конструкція кормороздавача.....	26
1.5. Теоретичні передумови та розрахунок роздавачів корму.....	28
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТЕРА ДЛЯ ПЕРЕМИЩЕННЯ КОРМУ.....	32
2.1. Визначення основних конструктивних характеристик кормороздавача.....	38
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	43
3.1 Визначення фізико-механічних властивостей кормових сумішей.....	43
3.2 Визначення основних конструктивно-режимних параметрів ланцюгового кормороздавача.....	53
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61

ВСТУП

Птахівницька галузь є найбільш перспективною галуззю сільського господарства, що швидко розвивається.

Промислове птахівництво розвивається на основі науково-технічного прогресу, спеціалізації виробництва, використання високоефективних порід птахів та кормів, комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, впровадження у практику прогресивних технологій.

Для отримання високої продуктивності птахівничої продукції велику увагу слід приділити механізації та технології годівлі птахів.

З розвитком зоотехнічної науки безперервно вдосконалюються методи вирощування та раціони годівлі, що передбачають включення до корму всіх компонентів, необхідних для забезпечення високої продуктивності птиці. При згодовуванні таких повноцінних комбикормів приріст птиці збільшується на 16...26%, а несучість курей збільшується на 20...35%, причому витрата кормів на одиницю продукції знижується на 7...15%. Забезпечення птахівницького виробництва повнораціонними кормами здійснюється з допомогою приготування комбикормів на птахівницьких фермах. У цьому випадку широко використовуються як добавки молочні відходи, коренеплоди, трава бобових та інші компоненти з великим вмістом вологи. Ці добавки підвищують вологість кормової суміші до 30...60%. У загальному балансі кормів на деяких птахофабриках використовуються кормові суміші вологістю 60...65%. Це створює певні труднощі у механізації роздачі корму.

В умовах, що склалися, необхідне дослідження і розробка кормороздавача, що володіє достатньою продуктивністю і з прийнятними конструктивними характеристиками, за допомогою якого можна було б застосувати нові технологічні прийоми годівлі птиці. Важливість розвитку цих технологічних прийомів процесу роздачі корму обумовлюється підвищенням обсягу продукції птахівничого виробництва та зниженням його собівартості.

РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ, МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Зоотехнічні передумови оптимального режиму годування птахів

Отримання високих показників у птахівництві пов'язано, перш за все, з дотриманням суворого режиму годівлі та утримання птахів, що може бути забезпечене лише за умови застосування достатньо досконалого обладнання.

Багато дослідників приділяють особливу увагу обмеженому годуванню птиці, яке стало найпростішим і ефективнішим методом економії корму та здешевлення продукції галузі. Одночасно він є потужним фактором впливу на організм птиці з метою адаптації його до нового, більш строгого режиму годівлі для підвищення поживних речовин корму. Обмежене годування попереджає надмірне збільшення живої маси птиці, підвищує стійкість її організму до негативних впливів довкілля.

За сучасної технології годування, корм, що знаходиться в годівницях, стає для птиці первинним подразником, а його споживання викликає переважно пасивну евакуаторну діяльність кишечника.

Обмежений доступ до корму – сильніший подразник для птиці, що стимулює посилене виділення соків та ферментів, що й забезпечує високий рівень перетравлення поживних речовин корму [6].

Первинні повідомлення щодо обмеженого годування птиці раціонами виникло 1954 року [7].

При вільному поїданні кормів, тобто годівлі досхочу, птах, як правило, переїдає. Це відбувається внаслідок того, що апетит птиці не згасає негайно після повного задоволення потреби її організму в поживних речовинах, а має певний «гальмівний шлях».

Цей шлях особливо великий у м'ясої птиці, яка швидше переїдає на 70% і більше від фактичної потреби. У деяких випадках, наприклад, при вирощуванні бройлерів та іншого м'ясного молодняку споживання зайвого корму економічно може бути виправданим, оскільки це сприяє форсованому зростанню молодняку та інтенсифікує виробництво м'яса. Годування досхочу також може бути

виправданним у період високої несучості молодого ще зростаючого птаха, коли потрібно компенсувати виключно високу витрату поживних речовин. Майже не обмежують харчування ремонтного молодняку першого періоду вирощування (до 30...60 добового віку). У решті випадків необмежене годування птиці завдає явних економічних і біологічних збитків.

При годівлі досхочу організм птиці налаштовується на неекономічний режим використання корму, конверсія якого зменшується. Ожирілий птах має підвищену масу, що збільшує частку підтримуючого корму та його загальні витрати.

Годування досхочу ремонтного молодняку призводить до ранньої яйцекладки без належного розвитку організму, до асинхронної роботи статевих органів та знесення двожовткових яєць, до більш частого випадання яйцеводу. При необмеженому годуванні ожиріває печінка, птах знижує резистентність, втрачає здоров'я та продуктивність.

Надмірне споживання корму дорослим птахом призводить до сильного ожиріння тушок, які не користуються попиту у населення, а жир часто просто викидають [7].

Зайве споживання корму також знижує перетравлюваність, оскільки травний тракт птиці порівняно короткий і, отже, вплив травних ферментів на кормові маси не тривалий [2].

За підрахунками фахівців птахофабрик, де впроваджене обмежене годування, економія корму з виробництва кожного десятка яєць становить 0,24 кг [4].

У ДДАЕ встановлено, що обмеження годування бройлерів, у порівнянні з постійним доступом до корму, сприяє підвищенню живої маси птиці на 2,3...6,2%, знижуючи витрати корму на 1 кг приросту на 0,8...6,9%, покращення м'ясних якостей птиці [6].

Обмежене годування бройлерів покращує конверсію корму, консистенцію посліду, зменшує скупчення посліду у напувалок і годівниць, призводить до

зниження випадків слабкості ніг, до зниження смертності через тепловий стрес у спекотний період року [7].

За даними птахівників США [7], при обмеженому годуванні несушки починають нести більші яйця.

При проведенні дослідів на фермі Гледторпської дослідної станції (США) [9] були отримані кращі показники продуктивності: найбільший вихід яєць, найбільша маса яєць, менше споживання корму, найменша смертність при обмеженому годівлі молодок.

Окремі джерела демонструють ефективність застосування обмеженого годування при вирощуванні м'ясної птиці [6, 8] і навіть при годівлі курей-несучок у фазі високої несучості [2]. Вміло використовуючи систему обмеженого годування курей, передові птахофабрики отримали високу несучість при великій економії кормів.

1.2. Способи обмеженого годування птиці та їх оцінка

Застосовують два методи обмеження: якісне та кількісне. Перший метод заснований головним чином на зниженні поживності кормосуміші. Для цього в неї вводять малопоживні об'ємні компоненти. При цьому заповнення органів травлення великим об'ємом корму та припинення апетиту настає майже синхронно із задоволенням фактичної потреби птиці в поживних речовинах. Недоліком такого обмеження є, як правило, зниження перетравлюваності кормосуміші, а також небезпека «розробки» травних органів птиці, що призводить до швидкого її ожиріння, у разі поїдання досхочу звичайного корму [2].

Кількісне обмеження ґрунтується на видачі кількості корму, що відповідає фактичній потребі птиці у поживних речовинах. При цьому на «переїдання» корму птиці не віднукається.

Дослідженнями [7] встановлено, що кількісне обмеження повноцінного, збалансованого за поживними речовинами корму (до 60% споживання досхочу) при вирощуванні птиці в клітках, супроводжується підвищенням кількості травних соків (у перерахунку на одиницю корму) при практично однаковій (з птицею, що

споживає корм досхочу) активності травних ферментів, тобто фізіологічно доцільне кількісне обмеження повнораціонного корму.

Розроблено багато програм кількісного обмеження.

Практично воно здійснюється шляхом скорочення часу доступу птиці до корму, введення одного-двох голодних днів на тиждень або кількісне обмеження добової дози видачі корму.

Скорочення часу доступу птиці до корму супроводжується підвищеним розсипом кормів, необхідністю збільшення кормового фронту, закупоркою зоба, надмірним споживанням корму більшим птахом і недостатнім споживанням дрібними особинами.

В одному з університетів США провели дослідження на курах, які містяться в клітинах, щодо обмеження їхнього доступу до корму [8]. При щоденному позбавленні корму на час від 4 до 8 годин, спостерігалось погіршення якості шкаралупи яєць та деяке зниження несучості.

Обмежене годування за рахунок введення голодних днів, супроводжується голодним стресом, підвищеним розсипом кормів після голодного дня. А в дні необмеженого годування птах значною мірою погашає економію корму, збільшеним його поїданням [2].

Феллвелл Р. С. Фокс С. (США) також відзначають, що подібна програма обмеженого годування, насправді заощаджує лише робочий час у період голодних днів, а що стосується витрати корму, то птах споживає його більше в інші дні [9].

За даними [6] введення голодних днів проводиться тільки через відсутність роздавального обладнання, що дозволяє здійснювати щоденну дозовану видачу корму.

Відповідно до методичних рекомендацій [50], найбільше значення серед способів обмеженого годування має щоденне фізичне обмеження (за масою) добової норми корму.

За даними Агєєва В. [1], найбільш широке застосування обмеження в кормі дорослому птаху від рівня споживання досхоу – це зниження добового раціону загалом на 7...15%, а молодняку – до 30%.

При цьому лише за період вирощування молодняку енерговитрати зменшуються на 31 МДж у розрахунку на одну голову [8].

Спосіб скорочення добової норми корму в результаті дослідів з обмеженого годування, проведених в [34] визнаний найбільш перспективним як найбільш ефективний за результатами. Обмежувати каченят у кормі рекомендується з 51...55-добового віку шляхом скорочення добової норми корму на 20%. Обмежене

годування каченят дозволяє знизити витрати корму на одну голову за період вирощування (51...150 діб) на 5...5,4 кг без зниження продуктивності та відтворювальних якостей дорослих качок.

Цей спосіб обмеженого годування надійно зарекомендував себе у різних птахівницьких господарствах. На птахофабриці інколи застосовують обмежене годування ремонтного молодняку шляхом скорочення добової норми комбікорму на 25% [3]. На думку фахівців птахофабрики, цей метод найбільш доступний у виробничих умовах та ефективний за результатами. Обмежене годування дозволяє надалі підвищити інтенсивність яйцекладки, покращити інкубаційні якості яєць, знизити витрати кормів на 5,1 кг у розрахунку на 1 голову. Якщо врахувати, що у господарстві вирощується протягом року 150 тис. голів ремонтного молодняку, то економія кормів загалом за рік складає 765 тонн.

Виникає необхідність у створенні універсального роздавача обмеженого годування, за допомогою якого можна здійснити видачу корму за будь-якою з описаних програм, що забезпечує плавну зміну норми корму, що видається в залежності від біологічного виду птиці та її продуктивного напрямку.

1.3. Аналіз існуючих роздавачів кормів вітчизняного та закордонного виробництва

На птахівницьких фермах використовуються різноманітні за конструкцією роздавачі, взяті або з промислової галузі, або знову створені для потреб птахівництва.

При клітинному вмісті птиці кормовий фронт жорстко прив'язаний до її життєвого простору. Обмежене годування птиці, що міститься у клітинній батареї зводиться до видачі протягом дня перед кожною клітиною порції корму, яка залежить від добової норми та числа птиці в клітині. При цьому корм повинен розподілятися фронтом годівлі досить рівномірно. Якщо при відноному споживанні величина виданого корму перевищує фактично необхідну то, похибка, що виникає в результаті нерівномірності, призведе до того, що частина птиці голодуватиме, а частина поїдатиме надмірну його кількість.

В результаті ефективність обмеженого годування зводиться до нуля.

Славін Р.М. стверджує [5], що для обмеженого годування птиці потрібні такі технічні засоби, які забезпечать необхідну рівномірність роздачі кормів. Аналогічні вимоги до пристроїв, що роздають, пред'являють і Омельченко О.О. з Куциним Л.М. [12].

Кормороздавачі, що використовуються для годування птиці, можна класифікувати у вигляді наступної схеми (рис. 1.1).

Аналіз існуючих конструкцій кормороздавачів показує, що на фермах зараз мало ефективних універсальних засобів механізації кормороздачі, які могли б задовольнити викладені вище вимоги.

Кормороздавачі для птиці можна розділити на дві основні групи – мобільні роздавачі, характерною особливістю яких є їх конструктивне оформлення у вигляді візка з бункерами для корму, ворошилками і шнеками або іншими пристроями для завантаження годівниць, і стаціонарні роздавачі, що транспортують корм з нерухомих бункерів спеціальними робочими органами безпосередньо у годівниці.

Мобільні роздавачі кормів можуть пересуватися на візках по підвісній або наземній колії.

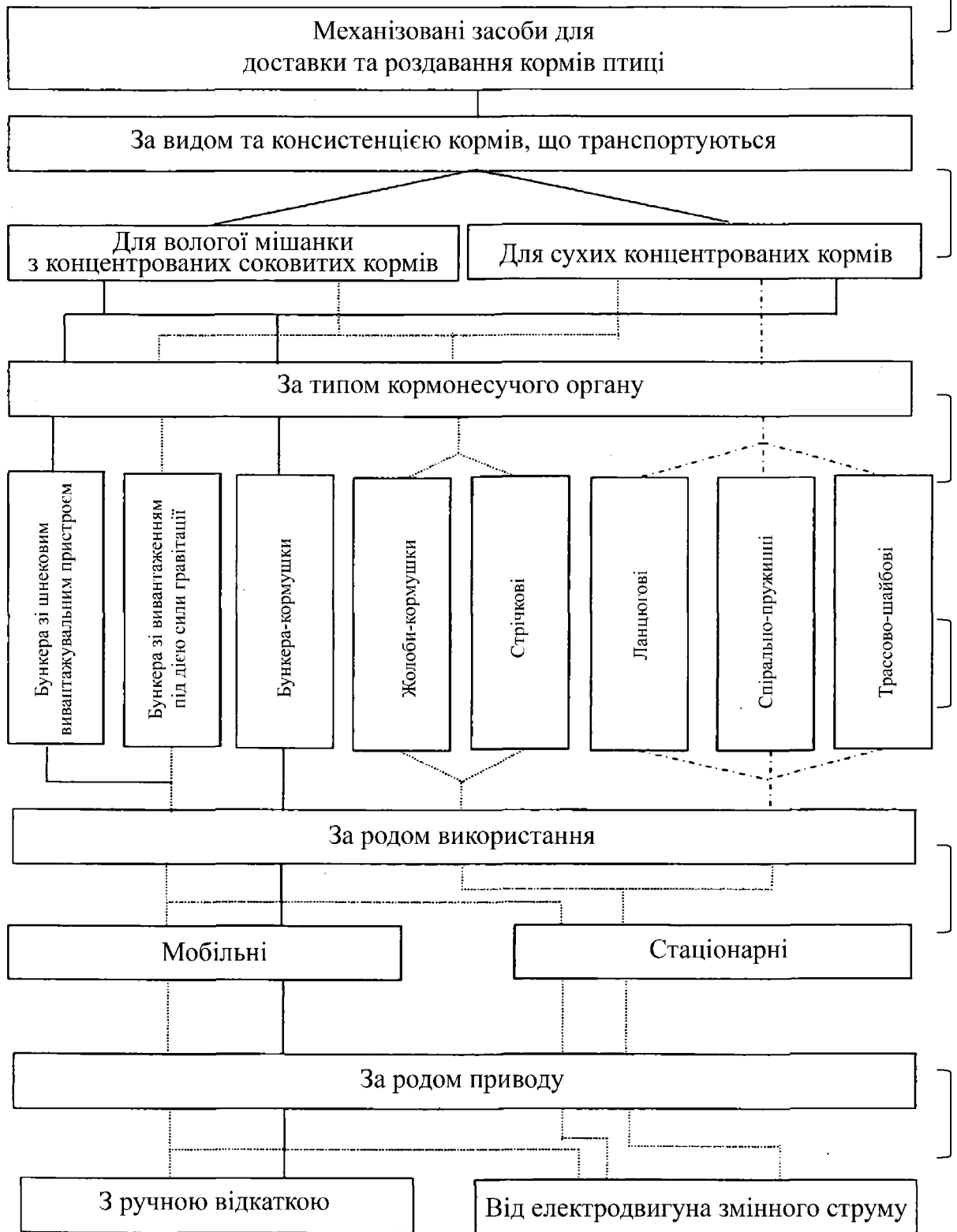


Рисунок 1.1 – Схема класифікації механізованих засобів для доставки та роздачі кормів птиці

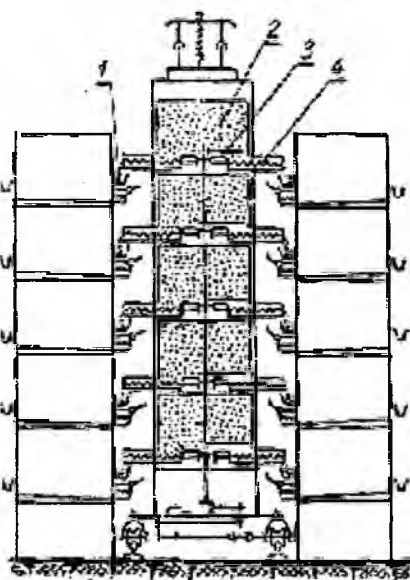
Один із перших мобільних роздавачів для птиці був роздавач, створений Українською дослідною станцією птахівництва у 1957 році, на базі вагонетки НД-400, що рухався наземною колією у спеціальному коридорі, який згодом був поставлений на виробництво під маркою КРП-3. Цей роздавач має три бункери з мішалками і шнеками видачі. Привід механізмів роздавача і самого візка здійснюється від електродвигуна потужністю 2,8 кВт.

Аналогічні кормороздавачі для клітинного утримання птиці (рис. 1.2) та для підлогового утримання були створені в Кримській області [6, 7].

Недоліком способу механізації роздачі кормів із застосуванням мобільних роздавачів є те, що він вимагає стендового розміщення годівниць у кілька ярусів уздовж коридору вільного від птиці, що займає близько 15% корисної площі пташника.

З метою ліквідації службового коридору створювалися підвісні бункерні роздавачі [3, 7], однак, через конструктивні та технологічні труднощі вони були замінені стаціонарними.

Стаціонарні кормороздавачі – це установки, що змонтовані та призначені для роздачі кормів, як правило, в одному птахівницькому приміщенні.

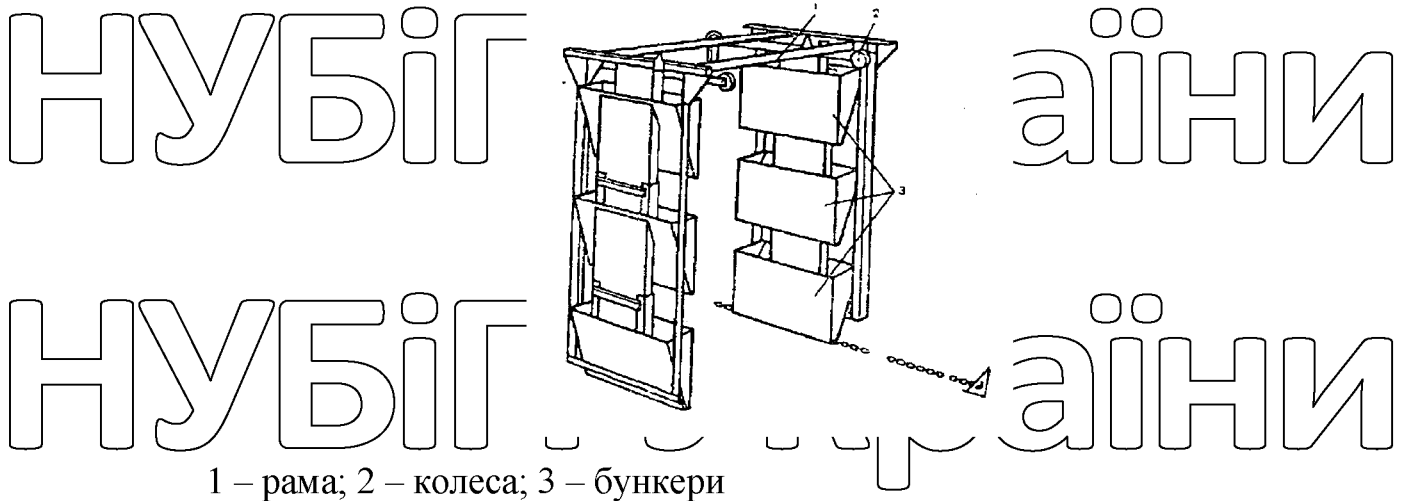


1 – годівниця; 2 – бункер; 3 – мішалка; 4 – шнек

Рисунок 1.2 – Схема самохідного кормороздавача

Застосування конвеєрних кормороздавачів дозволяє задовольнити важливу зоотехнічну вимогу – рівномірність розподілу годівниць по всьому пташнику, а стаціонарне розміщення бункерів – вирішити питання їх механічного завантаження. У зв'язку з двостороннім підходом птиці до годівниць, стаціонарні кормороздавачі при тому ж фронті годівлі мають вдвічі меншу довжину годівниць [7]. Всі ці особливості свідчать про те, що стаціонарні кормороздавачі є перспективнішими як з погляду ветеринарно-зоотехнічних вимог, так і з точки зору економічних переваг та конструктивних рішень. У клітинному обладнанні, що серійно випускається, використовуються дві системи розподілу кормів: видача з бункерів, що рухаються вздовж батареї (бункерний роздавальник) і транспортування корму зі стаціонарних бункерів тяговими робочими органами (тросово-шайбовий і ланцюговий).

Бункерний роздавач (рис. 1.3) входить у комплекти устаткування КБМ-2, КБ А, КБУ-3, КБН-1, і навіть використовують у клітинних батареях деяких закордонних фірм. Він є П-подібною конструкцією, що навішується на каркас батареї. Доза корму, що видається, регулюється зміною ступеня відкриття заслінки. Однак таким чином розподілити корм можна лише «на око» [7]. Особливо важко отримувати малі порції корму, оскільки зі зменшенням випускного отвору корми втрачають властивості плинності. За даними Звягінцева Д.М. [3] та Славіна Р.М. [6], нерівномірність роздачі корму бункерними роздавачами сягає 10...12%. За даними Південно-Української МВС [3], яка проводила випробування комплексу обладнання КБН-1, нерівномірність роздачі становила +17,4%. Втрати корму у бункерних роздавачів 5...10% [23, 26].



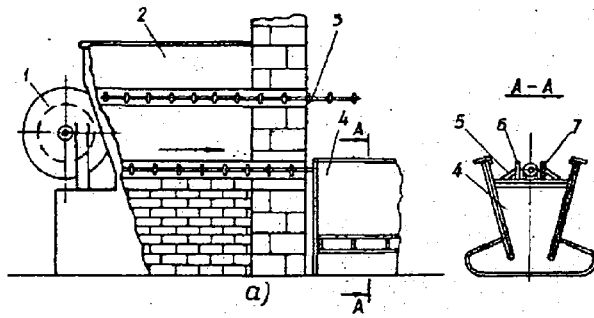
1 – рама; 2 – колеса; 3 – бункери

Рисунок 1.3 – Навісний бункерний кормороздавач

Для порівняння, втрата корму при роздачі його вручну становить 7% [6]. Для зниження втрат корму деякі іноземні фірми обладнують бункерні роздавачі спускними рукавами [3]. Опущений з бункера кінець рукава рухається дном годівниці, розподіляючи корм. В результаті дослідів, проведених у [14] про можливість забезпечення рівномірної роздачі корму при використанні роздавачів різного типу було зроблено висновок, що бункерні навісні роздавачі задовольняють таку можливість тільки за умови наявності додаткового пристрою – механізму, що дозує. Промисловістю випускаються роздавачі з тяговим робочим органом (тросово-шайбовий та ланцюговий).

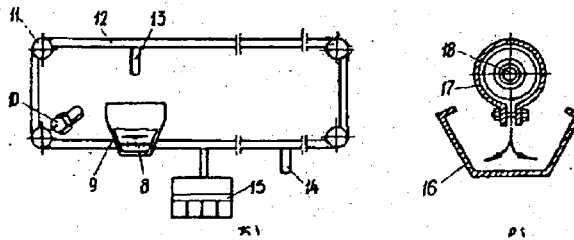
Тросово-шайбовий роздавач являє собою трос, на якому закріплені шайби з полімерного матеріалу (рис. 1.4). Він входить у комплекти обладнання БГО-140 та БКН-3.

НУБІ



ІНИ

НУБІ



ІНИ

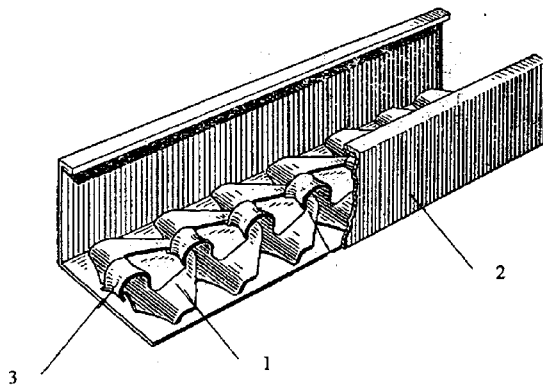
1 – ведена частина транспортера; 2, 9 – бункери-живильники; 3, 8, 18 – тросово-шайбовий транспортер; 4, 15 – самогодівниця; 5 – кутове залізо; 6 – смуга обмежувача; 7 – напрямний пруток; 10 – електродвигун із редуктором; 11 – поворотний пристрій; 12, 17 – труби; 13 – патрубок для повернення корму; 14 – патрубок для подачі корму з труби самогодівниці; 16 – годівниця

НУБІП УКРАЇНИ

Рисунок 1.4 – Принципова схема тросово-шайбового кормороздавача з розміщенням робочої гілки тросово-шайбового транспортера в бункері самогодівниці (а) та з розміщенням тросово-шайбового транспортера в трубі (б)

Ланцюговий роздавач виконаний у вигляді плоскостанкового ланцюга (рис. 1.5). Він входить у комплекти клітинного обладнання БСМ-3, ОБН-1, КБР-2, ЕКТ, КТ, Р-21.

НУБІ



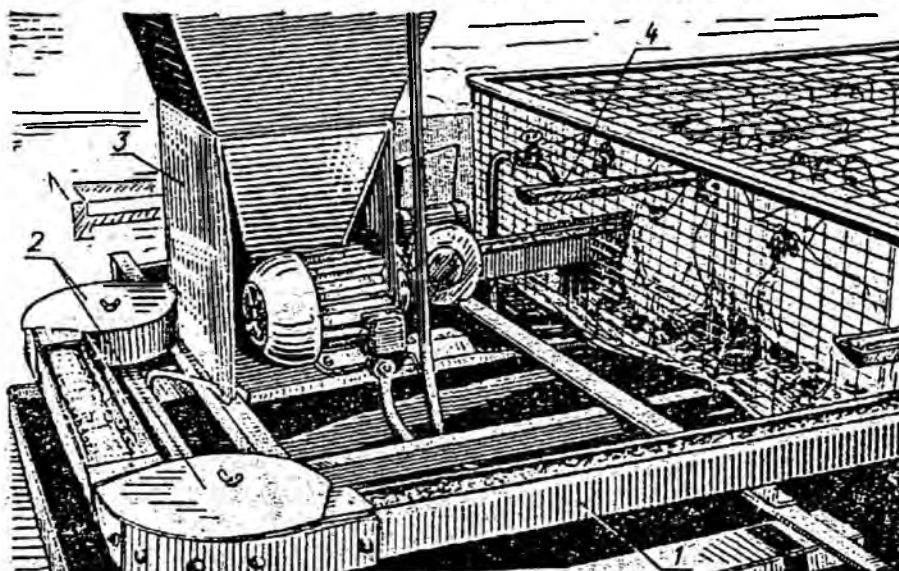
ІНИ

НУБІП УКРАЇНИ

1 – ланка; 2 – кормовий жолобу; 3 – шийка
Рисунок 1.5 – Ланцюговий робочий орган

Шайби або ланки ланцюга під час руху переміщують корм із бункера по всій довжині кормового фронту. Роздавачі можуть перемінатися безпосередньо в годівницях або трубах, розміщених над космуніками та пов'язаних з ними приймальними бункерами.

Ланцюговий кормороздавач одноярусних клітинних батарей для несучок курей (рис. 1.6) влаштований наступним чином. Корм переміщується плосколанковим ланцюгом, що рухається дном кормового колоба. Ланцюг спеціальний, типу гачковий, його ланки штамуються зі сталі та з'єднані за допомогою фасонних шийок, які дозволяють ланцюгу вільно згинатися у горизонтальній та вертикальній площинах. Корм шаром певної (бажаної) товщини видається з бункера-дозатора через регульований отвір.



1 – годівниця з кормороздавачем; 2 – поворотний пристрій; 3 – бункер-дозатор; 4 – напувалка

Рисунок 1.6 – Розташування годівниць в однорядній батареї несучок ОБН-1
У середині бункера розташовані ґрати, що здійснюють під впливом ексцентрика коливальний рух, який запобігає зводоутворенню кормової маси. Вони ж захищають ланцюг від влучення випадкових сторонніх предметів. За допомогою поворотних пристроїв з блоками, що обертаються, напрям руху корму змінюється під прямим кутом. Залежно від способу утримання птиці та розстановки технологічного обладнання застосовуються різні схеми ланцюгового

кормороздавача з одним, двома та великим числом контурів роздачі корму. Такий кормороздавач може використовуватися і при розміщенні птиці на двох рівнях. У цьому випадку застосовуються підйомні та спускні коліна, що змінюють напрямок корму під кутом від 20° до 90° до горизонталі. Ланцюговий кормороздавач може бути повністю автоматизований і переведений на програмне керування. Важливою перевагою полягає в тому, що поєднання транспортної коліна з кормовим жолобом зумовлює порівняно малу матеріаломісткість всієї установки. Водночас конструкція такого кормороздавача не позбавлена недоліків. Ось деякі з них:

1. У процесі роздачі корму, що транспортується, доступний птиці, а його рух відбувається з малою швидкістю ($0,04 \dots 0,05$ м/с), внаслідок чого відбувається вибіркове склювання корму. Склад корму наприкінці контуру роздачі може значно відрізнятися від початкової ділянки, тобто птах віддалений (по ходу роздачі) від бункера дозатора перебуватиме в найгірших умовах годівлі.

2. Конструкцією кормороздавача не передбачено рух ланцюга у зворотному напрямку у вертикальній площині, що утруднює раціональне використання такого кормороздавача в багатоярусних клітинних батареях. У цьому випадку кормові жолоби встановлюють зовні клітин по обидва боки батареї, замикаючи контур роздавача в горизонтальній площині, щоб уникнути вертикальних поворотів. Внаслідок цього кормовий фронт використовується на половину. При встановленні кормових жолобів усередині багатоярусної клітинної батареї, між суміжними рядами клітин, утруднено обслуговування пташника, оскільки при цьому поперечні жолоби роздавача перекривають службові проходи між сусідніми батареями.

3. При довжині кормового жолобів кілька десятків метрів утруднено його використання для вирощування підлоги курчат, оскільки у цих випадках потрібно регулювати висоту кромки годівниці і рівень корму в ній. Ланцюговий кормороздавач, призначений для установки на підлозі, важко зробити з таким подвійним регулюванням.

4. У відкритій годівниці не можна створити такий запас корму, який залишався б постійним по всій довжині (кілька сотень метрів) кормового фронту,

оскільки надмірне заповнення жолоба призвело б до збільшення втрат та розкиду корму. В умовах повторюваного 3...4 рази на день наповнення та випорожнення годівниці, необхідно створити умови для одночасного підходу всієї птиці до кормороздавача: тому для ланцюгового роздавача потрібно в 2,5...3 рази більший кормовий фронт, ніж для бункерних годівниць [6].



Рисунок 1.7 – Двоюрисна клітинна батарея

Ланцюговий кормороздавач з бункером дозатором встановлений в одноюрисних клітинних батареях для курей-несучок. Ланцюг кормороздавача рухається зі швидкістю 0,05 м/сек, здійснюючи повний оборот за 60...62 хв. і роздаючи при цьому близько 120 кг корму. Рівень корму в годівницях регулюється зміною положення гумової заслінки в дозаторі бункері. Нормальним вважається такий шар, коли ланцюг трохи покритий комбікормом. Періодично перевіряють натяг ланцюга, оскільки занадто тугий натяг призводить до швидкого зношування, а слабкий – до заїдання в поворотник кутак. Ланцюг вважається правильно натягнутим, якщо його ланки на виході з бункера-дозатора можна стиснути (зблизити) без особливих зусиль приблизно на 10 мм [6].

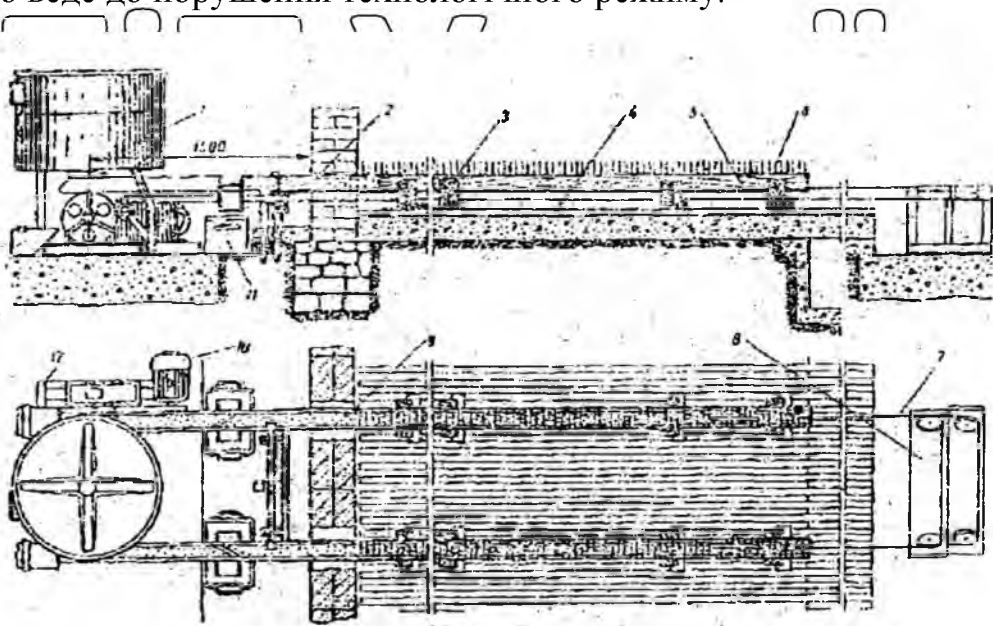
Комплект обладнання для утримання курей несучок у триюрисних та клітинних батареях БКН-3. Кормороздавач складається з годівниць, зібраних з окремих секцій та спеціальним ланцюгом для транспортування корму. Він є замкнутим контуром з відокремленим приводом і бункером дозатором. Кожна батарея має три таких кормороздавачі [3].

Роздачу корму в комплекті обладнання для утримання батківського стада курей у клітинних батареях КБР-2 здійснює ланцюговий кормороздавач автоматично двічі на добу. При включенні двигунів кормороздавача в заданий час

корм із зовнішнього бункера поступає по похилому та горизонтальному шнекам у дозатори клітинних батарей [3].

Недолки, аналогічні до ланцюгового кормороздавача, властиві і стрічково-тросовому роздавачу (рис. 1.8). Він складається з бункера з приводом, транспортерної стрічки з тросом, механізму управління швидкостями стрічок, комплекту кормових жолобів з огорожами та призначений для роздачі кормів по всій довжині кормового фронту.

Дослідження стрічкових роздавачів проводилися Астамовим Н. та Четвертоковим І. [5]. Вони відзначають, що ця система роздачі має ряд істотних недоліків, основні з яких: нерівномірність роздачі корму та поїдання його під час переміщення годівницею. Крім цього, наявність холостої гілки транспортера, забивання та заклинювання стрічки, ковзання корму по стрічці, внаслідок чого утруднюється переміщення його навіть при незначних ухилах та пробуксовках стрічки, що веде до порушення технологічного режиму.



1 – бункер-змішувач; 2 – лоток початковий; 3 – стійка; 4 – шит сидал; 5 – секція кормороздавача; 6 – огорожа з дроту; 7 – троси; 8 – механізм управління швидкостями; 9 – стрічка; 10 – електродвигун; 11 та 13 – ящик для збору відходів кормів; 12 – редуктор.

Рисунок 1.8 – Стрічково-тросовий кормороздавач (загальний вигляд)

За даними [24] нерівномірність роздачі корму стрічково-тросовим роздавачем становить 15%, що у 1,5 разу перевищує існуючу зоотехнічну норму.

Роздавачі кормів з робочими органами, що здійснюють зворотно-поступальні рухи не знайшли застосування на птахівницьких фермах через наявність низки недоліків: швидкого зношування, частих поломок кривошипно-шатунних механізмів від динамічних навантажень, сильного шуму, великої нерівномірності видачі корму. До них відносяться роздавач з дозатором, що хитається, вібраційним або плунжерним.

Роздавач з дозатором, що гойдається, являє собою бункер з кормом, що пересувається вздовж клітинних батарей. Дозуючий пристрій встановлено під вивантажним отвором і являє собою лоток, що коливається, на який самопливом надходить корм. При досягненні певної дози лоток перекидається і корм висипається в годівницю.

Норма видачі корму регулюється зміною амплітуди гойдання лотка.

За даними [24], застосування таких пристроїв можливе тільки в тих випадках, коли не потрібно точного дозування. До того ж, корм надходить у годівницю періодично і, внаслідок високої нерівномірності його розподілу потрібні додаткові пристрої, що розрівнюють, що ускладнює процес.

Хоча описаний вище роздавач може забезпечити всі умови роздачі корму, застосування таких технічних пристроїв з описаними недоліками, не може бути оптимальним засобом для обслуговування птиці.

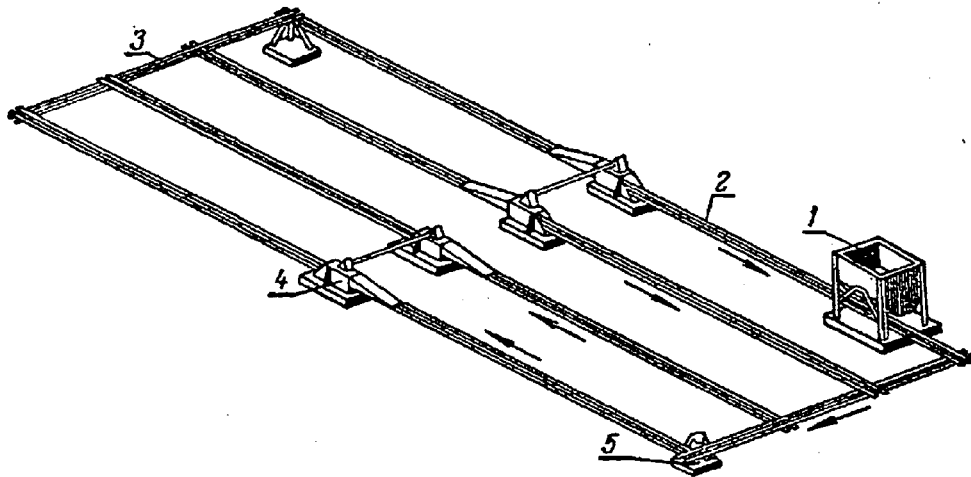
Роботу роздавача з вібраційним дозатором розглянемо з прикладу серійного роздавача ККГ-4 (рис. 1.9).

НУ

И

НУ

И



1 – бункер-дозатор; 2 – поздовжні годівниці; 3 – поперечні годівниці; 4 – механізм приводу поздовжньої годівниці; 5 – механізм приводу поперечної годівниці

Рисунок 1.9 – Схема вібраційного кормороздавача

Роздавач складається з бункера, механізмів приводу та замкнутої системи поздовжніх та поперечних годівниць, за якими транспортується корм.

Подача корму з бункера здійснюється рухомих дном лотка, що спирається на ролики. Корм переміщується по годівниці в одному напрямку безперервним шаром завдяки її поздовжньому зворотно-поступальному руху з різними прискореннями при прямому та зворотному ході.

Слід зазначити, що навіть невелике забруднення, механічне пошкодження або корозія годівниці перешкоджає пересування корму.

Як і всі роздавачі з рухомих дном, ККГ-4 затягує корм під себе, що призводить до його втрати. За даними [6], втрати корму становлять 5%.

Не вирішується питання і з частковим склювання корму птицею, що знаходиться на початку клітинної батареї. До того ж, при переміщенні жолобом корми сильно сепаруються [27]. Через ненадійність у роботі, високу нерівномірність, енергоємність, як елемент, що допускає втрату кормів і не

відповідає вимогам промислового птахівництва ККГ-4 було знято з виробництва [23].

У плунжерному дозаторі корм, що надходить з бункера на нерухомий лоток, проштовхується плунжером (поршнем), що здійснює зворотно-поступальні рухи від ексцентрикового або кривошипно-шатунного механізму і через передню кромку лотка зсипається в приймальний пристрій. Норма корму, що видається, регулюється зміною швидкості плунжера. Точність дозування плунжерним дозатором не висока через те, що через підпору плунжера щільність корму весь час змінюється. Це призводить до нерівномірного розподілу кормів. Великі опори, що виникають при проштовхуванні матеріалу плунжером уздовж нерухомих лотків та стінок, обмежують їхню продуктивність і збільшують енергоємність процесу [4].

Найбільшого поширення набули роздавачі з робочим органом, що обертається. Вони мають певну універсальність, простоту пристрою, виготовлення та обслуговування.

Особливо часто застосовуються в роздавачах гвинтові дозатори, представниками яких є шнек та спіраль. Регулювання норми видачі корму гвинтовими дозаторами проводиться заслінкою, що обмежує перетин вивантажувального вікна або частотою обертання. За даними [4] жоден із цих способів не бажаний, оскільки це призводить до різкого збільшення нерівномірності. Ступінь нерівномірності видачі корму становив 55...60%. До того ж шнекові дозатори видають потік корму хвилястої форми. Хвилястість потоку не дозволяє отримувати порції з необхідною точністю. З метою збільшення рівномірності потоку, конструктори змушені зменшити діаметр робочого органу та пропорційно збільшувати частоту обертання шнека, що, у свою чергу, призводить до утворення склепін у зоні завантаження, забиття робочого органу, погіршення умов експлуатації дозатора [17].

Спіральний роздавач може бути виконаний з гнучким спіральним робочим органом, що діє як шнек усередині труби. Перші роздавачі такого типу були

створені на початку 60-х років у нашій країні і застосовувалися в технологічному обладнанні типу УППЛ для роздачі кормів качкам [2].

На рис. 1.10 показаний сучасний роздавач зі спіральним робочим органом.

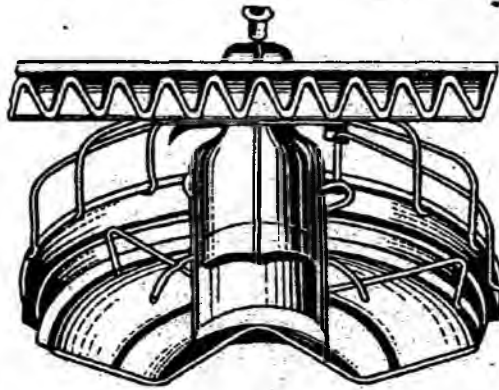


Рисунок 1.10 – Транспортний кормороздавач з гнучкою спіраллю

Спіраль, здійснюючи обертальний рух, переміщує корм з бункера-накопичувача в приймальний бункер годівниці до його накопичення. Роздавачі такого типу випускаються багатьма фірмами США.

Порівняно зі шнековими роздавачами, спіральні менш матеріаломісткі. Хоча і в них не вирішено основний недолік – висока нерівномірність видані норму – застосування їх краще.

До недоліків гвинтових роздавачів також належить їхня висока енергоємність, обмежена довжина, низький термін служби [7].

Тарічасті дозатори, в основному, застосовуються в кормовиробництві, хоча застосування їх як робочий орган роздаткових пристроїв не виключено. Вони являють собою тарілку, на яку з бункера надходить корм, утворюючи кут природного укосу. При обертанні тарілки скребок скидає з неї продукт, який лотком відводиться в кормовий жолоб. Дозування здійснюється регулюванням кільцевого зазору між тарілкою та нижньою кришкою пересувного патрубку, переміщенням скребка або частотою обертання тарілки [10].

Такий дозатор має великі габарити, що ускладнюють використання його в конструкції роздавачів птахівницьких ферм.

Отже, в результаті літературних досліджень з'ясовано, що перевага надається данцюговому кормороздавачу.

1.4. Пропонована конструкція кормороздавача

Проведений аналіз процесу розподілу корму по кормових жолобах дозволив зробити висновок, що найбільш прогресивними способами механізованої роздачі корму є застосування автоматичних кормороздавачів, що діють за принципом безперервного транспортера.

Такі установки можуть працювати без людини. Вони включаються та відключаються за заданою програмою та працюють під керуванням автоматичних приладів. До перелічених вище особливостей відносяться стаціонарні кормороздавачі. Зважаючи на простоту конструкції, стабільність у роботі, задовільну якість розподілу корму, найбільш перспективними є кормороздавачі з ланцюговим робочим органом.

Таким чином, ми пропонуємо наступну конструкцію ланцюгового кормороздавача – рис. 1.11 – , який використовується для годування птиці, що міститься в двох ярусних клітинних батареях. Новизна даного кормороздавача полягає в тому, що його жолоби розташовані всередині клітинної батареї, причому на кожному ярусі свій замкнутий контур.

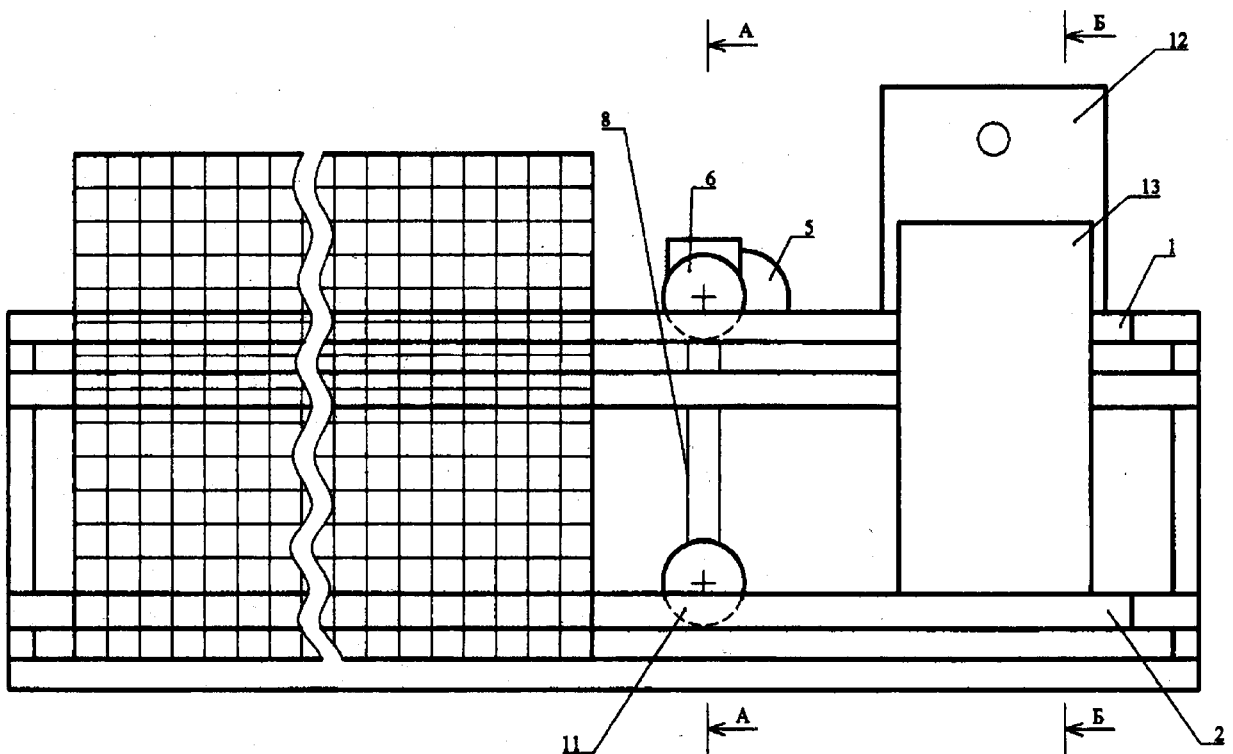


Рисунок 1.11 – Загальний вигляд кормороздавача, що пропонується

Дана пропозиція збільшує кормовий фронт та забезпечує більш стабільну роботу кормороздавача. Кормороздавач складається з замкнутого контуру кормового жолоба 1 з розташованим у ньому робочим органом (ланцюгом), що знаходиться на верхньому ярусі клітинної батареї, а також замкнутим контуром кормового жолоба 2 з розташованим у ньому робочим органом (ланцюгом), що знаходиться на нижньому ярусі клітинної батареї. Привід робочого органу кормороздавача, представлений на схемі рис. 1.12, здійснюється від електродвигуна 3 потужністю 0,4 кВт за допомогою пасової передачі через черв'ячний редуктор 4; на вихідному валу редуктора 5 закріплено зубчасте колесо 6, що приводить в рух робочий орган, розташований у замкнутому контурі кормового жолоба верхнього ярусу; також на вихідному валу редуктора 5 закріплена ланцюгова зірочка 7 за допомогою плосколанкового ланцюга 8, крутний момент передається ланцюговій зірочці 9, закріпленій на приводному валу 10; також на приводному валу 10 закріплено зубчасте колесо 11, що приводить в рух робочий орган, що знаходиться в замкнутому контурі жолоба кормового нижнього ярусу клітинної батареї.

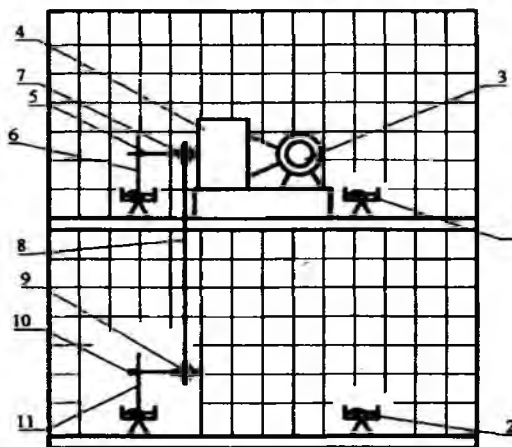
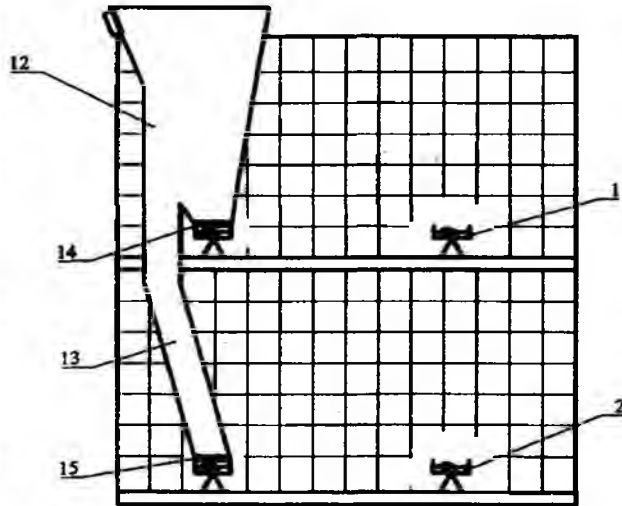


Рисунок 1.12 – Привід на робочі органи кормороздавача

Також у конструкцію кормороздавача входить бункер-дозатор 12 з рукавом 13 (сталева ємність 0,3 м³). Розподіл корму здійснюється за схемою, що показана на рис. 1.13.

НУБІ

НУБІ



ІНИ

ІНИ

Рисунок 1.13 – Бункер-дозатор з рукавом

Бункер-дозатор 12 живить замкнутий контур кормового жолоба 1 верхнього ярусу клітинної батареї і оснащений заслінкою 14. Зміна положення якої здійснюється дозування корму в залежності від норми його видачі, рукав 13 живить замкнутий контур кормового жолоба нижнього 2 ярусу, також оснащений заслінкою 15 для дозування корму. Дана конструкція кормороздавача може використовуватися для годування птиці, що міститься в 3-х, 4-х, 5-х клітинних батареях, з умовою, що буде збільшена потужність електродвигуна.

1.5. Теоретичні передумови та розрахунок роздавачів корму

Роздавачі корму – це машини, що призначені для безперервної видачі певної кількості корму.

Сутність безперервної видачі заданої дози розкрито Веденєвим Ю.Д. [13] і полягає у видачі безперервним потоком із забезпеченням заданих і, зокрема, постійних кількостей матеріалу або окремих його компонентів з відхиленнями не більше допустимих в елементах потоку, що відповідають встановленим проміжкам часу.

$$|G_p^{(t)} - G| \leq \Delta Q_0, \quad (1.1)$$

де $G_p^{(t)} = \int_t^{t+\Delta t} Q_p(t) dt$ – маса матеріалу в дозі; $Q_p(t)$ – поточне значення витрати; ΔQ_0 – допустиме відхилення дози, t – поточний час; Δt – тривалість формування дози.

По Мельникову С.В. [4] основними показниками дозувально-вивантажувальних пристроїв при нормальній видачі кормів є: продуктивність, питома енергосмість, нерівномірність розподілу по фронті годівлі та відхилення від заданої норми.

Продуктивність при цьому в першому наближенні може бути визначена за формулою:

$$Q = SV_{cp}\rho, \quad (1.2)$$

де S – площа перерізу прохідного отвору; V_{cp} – середня швидкість потоку матеріалу; ρ – щільність матеріалу, що дозується.

Коба В.Г. пропонує розрахунок ланцюгового кормороздавача [3]. Продуктивність ланцюгових транспортерів з деяким наближенням розраховується за формулою, яка рекомендується для розрахунку продуктивності транспортерів з зануреними скребками:

$$Q = K_v K_y K_n K_g b h V_n \alpha \psi, \quad (1.3)$$

де K_v – швидкісний коефіцієнт, що враховує відставання транспортованого корму від ланцюга, для зернових подрібнених кормів – 0,45...0,8; K_y – коефіцієнт

ущільнення матеріалу, що переміщується в жолобі під впливом ланцюга, для зернових подрібнених кормів – 1,24...1,3; K_g – геометричний коефіцієнт

продуктивності, що враховує втрату корисного обсягу жолоба, займаного ланцюгом; K_n – коефіцієнт, що враховує кут підйому транспортера; b , h – ширина

і висота (за внутрішнім обміром); V_n – швидкість руху ланцюга; α – об'ємна маса корму; ψ – коефіцієнт заповнення жолоба кормом. При відкритті жолоба

застосовується не більше 0,5

Втрати потужності N для приводу ланцюгового транспортера запишуться у вигляді:

$$N = \frac{WV_n K_z}{2}, \quad (1.4)$$

де W – колове зусилля на приводній зірочці транспортера; K_0 – коефіцієнт, що враховує втрати на приводній зірочці – 1,1

Колове зусилля W на приводній зірочці, що дорівнює сумі всіх сил опорів переміщенню корму та ланцюга транспортера:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5. \quad (1.5)$$

Складові рівняння (1.5) мають вигляд:

W_1 – опір тертя корму по нижній частині жолоба:

$$W_1 = 9,81 f_1 b h_1 L \alpha \cos \beta, \quad (1.6)$$

де b – ширина жолоба; h_1 – висота шару корму; L – довжина переміщення корму; α – об'ємна маса корму; f_1 – коефіцієнт тертя руху корму по жолобу; β – кут підйому транспортера в градусах

Опір тертя корму по боковим стінкам жолобу W_2 :

$$W_2 = 9,81 f_1 h_1^2 L \alpha K_0 \cos \beta, \quad (1.7)$$

де K_0 – коефіцієнт бічного тиску.

Опір підйому корму W_3 :

$$W_3 = 9,81 b h_1 L \alpha \cos \beta. \quad (1.8)$$

Опір переміщенню ланцюга W_4 :

$$W_4 = 9,81 M_n L_1 \omega_n \cos \beta, \quad (1.9)$$

де M_n – маса одиниці довжини ланцюга зі скребками; L_1 – відстань між осями зірочок; ω_n – коефіцієнт опору руху ланцюга по напрямній, для безроликового ланцюга – 0,35...0,4

Опір натяжної зірочки при переміщенні корму від натяжної до приводної станції W_5 :

$$W_5 \approx 0,25 W_4, \quad (1.10)$$

а при переміщенні корму у напрямку від приводної до натяжної станції:

$$W_5 \approx 0,1(W_1 + W_2 + W_3 + 0,5W_4 + 9,81 M_n L \sin \beta). \quad (1.11)$$

Тривалість заповнення годівниці t_p можна визначити з виразу:

$$t_p = \frac{m_k}{Q}, \quad (1.12)$$

де m_k – сумарна місткість кормороздавача; Q – продуктивність кормороздавача.

Ланцюгові кормороздавачі переміщують корм по всьому периметру годівниць зі швидкістю, близькою до швидкості самого ланцюга.

Тривалість роздачі корму визначається із співвідношення:

$$t_p = \frac{L\eta}{V_l}, \quad (1.13)$$

де L – загальна довжина контуру годівниць; η – коефіцієнт вирівнювання роздачі

Рівномірність розподілу корму по фронті годівлі є основною характеристикою роботи роздавача. Показником рівномірності розподілу корму є

коефіцієнт варіації, величина якого визначається співставленням абсолютних

значень двох основних характеристик варіаційного ряду – середньої арифметичної

μ та середнього квадратичного відхилення σ .

$$\gamma = \frac{\sigma}{\mu} 100\%, \quad (1.14)$$

$$\mu = \frac{\sum m_i}{n}, \quad (1.15)$$

де m_i – маса i -тої порції корму; n – кількість відібраних порцій

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\mu - m_i)^2}{n-1}}. \quad (1.16)$$

Коефіцієнт варіації дає можливість зіставити міру розсіювання однієї й тієї ознаки в різних серіях досліду. Чим більший коефіцієнт варіації, тим рівномірніше видача корму роздавачем.

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТЕРА ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ КОРМУ

Переміщення однорідних тіл описується диференціальними рівняннями математичної фізики, розв'язання яких інтегрується в кінцевих квадратурах.

Об'єкти, розподілені у просторі, описуються неоднорідними диференціальними рівняннями з правою частиною, тому що в їх структурі з'являється незалежна функція, що описує об'єкт за довжиною.

Рівновага сил при транспортуванні корму описується рівнянням:

$$m \frac{dV}{dt} + KV + qh\lambda x = F, \quad (2.1)$$

де m – маса корму на транспортері; V – швидкість переміщення робочого органу; t – час; K – коефіцієнт подачі корму; q – питома навантаження корму на транспортер; h – ширина транспортера; λ – коефіцієнт опору тертя; x – відстань від приводу транспортера до аналізованого перерізу; F – сила тяги приводу транспортера.

Для пошуку розв'язку диференціального рівняння (2.1) розділимо його ліву і праву частину на величину m , тоді отримаємо:

$$\frac{dV}{dt} + \frac{K}{m}V + \frac{qh\lambda}{m}x - \frac{F}{m} = 0, \\ \text{або} \\ Vt + aV + bx - C_0 = 0. \quad (2.2)$$

Рівняння (2.2) неоднорідне та його розв'язок складається із суми двох функцій:

$$V(t) = V_1(t) + V_2(t).$$

Функція $V_1(t)$ знаходиться інтегруванням однорідного рівняння:

$$\dot{V}_1 + aV_1 = 0.$$

Розділюючи змінні та інтегруючи, знаходимо вигляд функції

$$\frac{dV_1}{dt} = -aV_1 \quad (2.3)$$

$$\ln V_1 = -\int a dt + c_1$$

де c_1 – постійна інтегрування, що визначається з початкових умов.

З рівності (2.3) визначається вид функції $V_1(t)$:

$$V_1(t) = c_1 e^{-at} \quad (2.4)$$

Для визначення виду функції $V_2(t)$ проводимо варіацію постійної c_1 , тобто представляємо її як функцію, що залежить від часу t , тоді:

$$\dot{V}_1(t) = \dot{c}_1 e^{-at} - c_1 \dot{e}^{-at} \quad (2.5)$$

Підставляємо значення функції $V_1(t)$ та її похідної $\dot{V}_1(t)$ з рівностей (2.4), (2.5) до рівняння (2.2):

$$\dot{c}_1 e^{-at} - c_1 a e^{-at} + a c_1 e^{-at} + c x - c_0 = 0,$$

звідки знаходимо:

$$\dot{c}_1 = (c_0 - c x) e^{at} \quad (2.6)$$

Інтегруючи рівність (2.6) знаходимо значення постійної c_1 :

$$c_1 = \frac{c_0 - c x}{a} e^{at}.$$

Підстановка величини c_1 в рівність (2.1) визначає вид функції $V_2(x)$:

$$V_2(x) = \frac{c_0 - c x}{a}.$$

Тоді розв'язком рівняння (2.2) є функція:

$$V(x,t) = c_1 e^{-at} + \frac{c_0 - c x}{a} \quad (2.7)$$

Початкові та граничні умови переміщення корму транспортером:

$$V(x,t) = 0$$

Тоді:

$$c_1 = \frac{c_0}{a} \quad (2.8)$$

Підстановка значення c_1 в рівність (2.7) визначає вид функції, що відповідає рівнянню (2.2), початковим і граничним умовам (2.8):

$$V(x,t) = \frac{c_0}{a} (1 - e^{-at}) - \frac{cx}{a},$$

або

$$V(x,t) = \frac{F}{k} (1 - e^{-\frac{k}{m}t}) - \frac{q\lambda}{k} x. \quad (2.9)$$

Функція (2.9) визначає швидкість переміщення транспортером корму за довжиною жолоба та у часі.

Для повного опису процесу переміщення корму транспортером по диску жолоба, становлять інтерес переміщення та коливання елементів транспортера; для цього рівняння (2.2) можна представити у вигляді:

$$\ddot{x} + ax + bx - c_0 = 0, \quad (2.10)$$

оскільки

$$\dot{V} = \dot{x}.$$

Рівняння (2.10) – лінійне однорідне другого порядку з правою частиною; його розв’язок складається з визначення двох функцій:

$$x(t) = x_1(t) + x_2(t).$$

Функція $x_1(t)$ є розв’язком рівняння (2.10) без правої частини:

$$\ddot{x} + ax_1 + cx_1 = 0. \quad (2.11)$$

Характеристичне рівняння (за методом Ейлера) має вигляд:

Корені характеристичного рівняння:

$$r_{1,2} = -\frac{a}{2} \pm \left(\frac{a^2}{4} - b \right)^{1/2}.$$

Розв’язком рівняння (2.11) є функція, що має вигляд:

$$x_1(t) = c_1 e^{r_1 t} + c_2 e^{r_2 t}, \quad (2.12)$$

де

$r_1 = -\frac{a}{2} + \left(\frac{a^2}{4} - b\right)^{1/2}$ і $r_2 = -\frac{a}{2} - \left(\frac{a^2}{4} - b\right)^{1/2}$ — постійні, що визначаються з початкових умов.

Початковими умовами переміщення елементів транспортера є:

$x_1(0) = 0;$
 $\dot{x}_1(0) = V_n.$ (2.13)

Розв'язання рівнянь:

$$x_1(0) = c_1 e^{r_1 t} + c_2 e^{r_2 t};$$

$$\dot{x}_1(0) = c_1 r_1 e^{r_1 t} + c_2 r_2 e^{r_2 t}$$

з початковими умовами (2.13) визначає значення постійних c_1 і c_2 :

$$c_1 + c_2 = 0;$$

$$c_1 = -c_2;$$

$$c_1 r_1 + c_2 r_2 = V_n.$$

Звідки:

$$c_1 = \frac{V_n}{r_1 - r_2};$$

$$c_2 = \frac{V_n}{r_2 - r_1}.$$

Підстановка значення постійних c_1 і c_2 в рівність (2.12) визначає вид функції, що задовольняє рівняння (2.11) та початковим умовам (2.13):

$$x_1(t) = \frac{V_n}{r_1 - r_2} e^{r_1 t} + \frac{V_n}{r_2 - r_1} e^{r_2 t},$$

де

$$r_1 - r_2 = \frac{a}{2} + \left(\frac{a^2}{4} - b\right)^{1/2} - \left(-\frac{a}{2} - \left(\frac{a^2}{4} - b\right)^{1/2}\right) = 2 \left(\frac{a^2}{4} - b\right)^{1/2} = \frac{a}{2} + \beta;$$

$$r_2 - r_1 = -\frac{a}{2} - \left(\frac{a^2}{4} - b\right)^{1/2} - \left(\frac{a}{2} + \left(\frac{a^2}{4} - b\right)^{1/2}\right) = -2 \left(\frac{a^2}{4} - b\right)^{1/2} = -\frac{a}{2} - \beta.$$

Тоді:

$$x_1(t) = \frac{V_H}{2 \left(\frac{a^2}{4} - b \right)^{1/2}} c \left[\frac{a}{2} + \left(\frac{a^2}{4} - b \right)^{1/2} \right] t - \frac{V_H}{2 \left(\frac{a^2}{4} - b \right)^{1/2}} c \left[\frac{a}{2} - \left(\frac{a^2}{4} - b \right)^{1/2} \right] t;$$

або:

$$x_1(t) = \frac{V_H}{\left(\frac{a^2}{4} - b \right)^{1/2}} \operatorname{Sh} \left(\frac{a^2}{4} - b \right)^{1/2} t c \frac{a}{2}. \quad (2.14)$$

Отримана функція (2.14) описує переміщення x транспортера кормів у часі

та з урахуванням рівностей:

$$a = \frac{K}{m};$$

$$b = \frac{qS\lambda}{m};$$

має вигляд:

$$x_1(t) = \frac{V_H}{\left(\frac{K^2}{4m^2} - \frac{qS\lambda}{m} \right)^{1/2}} \operatorname{Sh} \left(\frac{K^2}{4m^2} - \frac{qS\lambda}{m} \right)^{1/2} t c \frac{K}{m}. \quad (2.15)$$

Для визначення виду функції $x_2(t)$ проводиться варіація c_1 і c_2 в рівності

(2.12):

$$X_1(t) = cf + cf'$$

де

$$f = e^{\lambda t} - e^{-\lambda t};$$

$$\dot{x}_1 = c''t + 2c'f' + cf''$$

Підставляємо значення першої та другої похідної від $x_1(t)$ в рівняння (2.10):

$$c''f + 2c'f' + cf'' + ac'f + acf' + bx - c_0 = 0.$$

Оскільки:

$$cf'' + acc' + bx = 0$$

за умовою (2.11), тоді отримуємо рівняння:

або

$$c''f + 2c'f' + ac'f - c_0 = 0,$$

$$fbc + 2c'f' - c_0 = 0, \quad (2.16)$$

оскільки $c''f + ac'f = bc$ за умовою (2.11).

Рівняння (2.16) неоднорідне та його розв'язок складається із суми двох функцій:

$$c = c_1 + c_2.$$

Вигляд функції c_1 визначається інтегруванням однорідного рівняння:

$$2c_1' + fbc_1 = 0;$$

$$\frac{c_1'}{c_1} = -\frac{fb}{2f'};$$

$$\ln c_1 = -\frac{fb}{2f'}t + c_3$$

де c_3 – постійна інтегрування.

$$c_1 = c_3 \exp\left(-\frac{fb}{2f'}t\right).$$

Вид функції c_2 визначається варіацією постійної

$$\dot{c}_2 = c_3' \exp\left(-\frac{fb}{2f'}t\right) - c_2 \exp\left(-\frac{fb}{2f'}t\right) \frac{fb}{2f'}.$$

Підстановка виразів c_1 і c_2 у рівність (2.16) визначає вигляд функцій c_1 , c_2 та $x_2(t)$

Таким чином, розв'язком рівняння (2.10) є наступна функція:

$$x(t) = \frac{V_n}{\beta} \sin \beta t^{\frac{f_0}{2}} + l_0. \quad (2.17)$$

Функція (2.17) задовольняє початковим умовам (2.13) та є розв'язком рівняння (2.10), що описує переміщення транспортера.

Функція (2.17) описує різні стани транспортера.

Перший стан транспортера характеризується усталеним процесом, коли сила пропорційна роботі сил тертя.

Другий випадок є перехідним процесом до першого стану при $t \rightarrow \infty$.

Третій стан характеризує умову коливання транспортера.

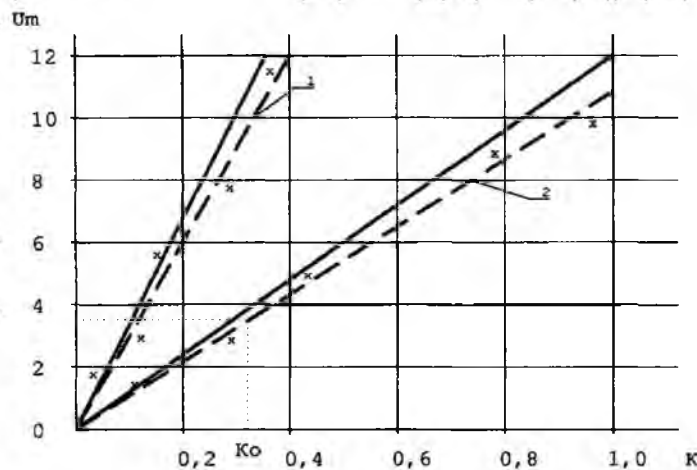
Умова виникнення коливань транспортера наступна: сила тертя на одиниці довжини транспортера більша за питомий опір переміщення корму.

Таким чином, амплітуда коливань залежить в основному від довжини транспортер.

Умови утворення склепіння над отвором бункера залежать в основному від коефіцієнта тертя, сили прилипання та розмірів частинок корму.

2.1. Визначення основних конструктивних характеристик кормороздавача

На графіку (рис. 2.1) показано залежність швидкості транспортерної стрічки від витрати корму. Як випливає з розрахунку та графіків для забезпечення достатньої витрати корму необхідно мати дві стрічки транспортера при заданій швидкості руху в 3,6 м/хв.



1 — одна стрічка транспортера; 2 — дві стрічки транспортера; — аналітичні дані; - - - експериментальні дані

Рисунок 2.1 – Залежність швидкості робочого органу транспортера від витрати корму

На рис. 2.2 показаний графік залежності витрати корму від погонного навантаження. Розрахунок та побудова графіка проводиться на комп'ютері.

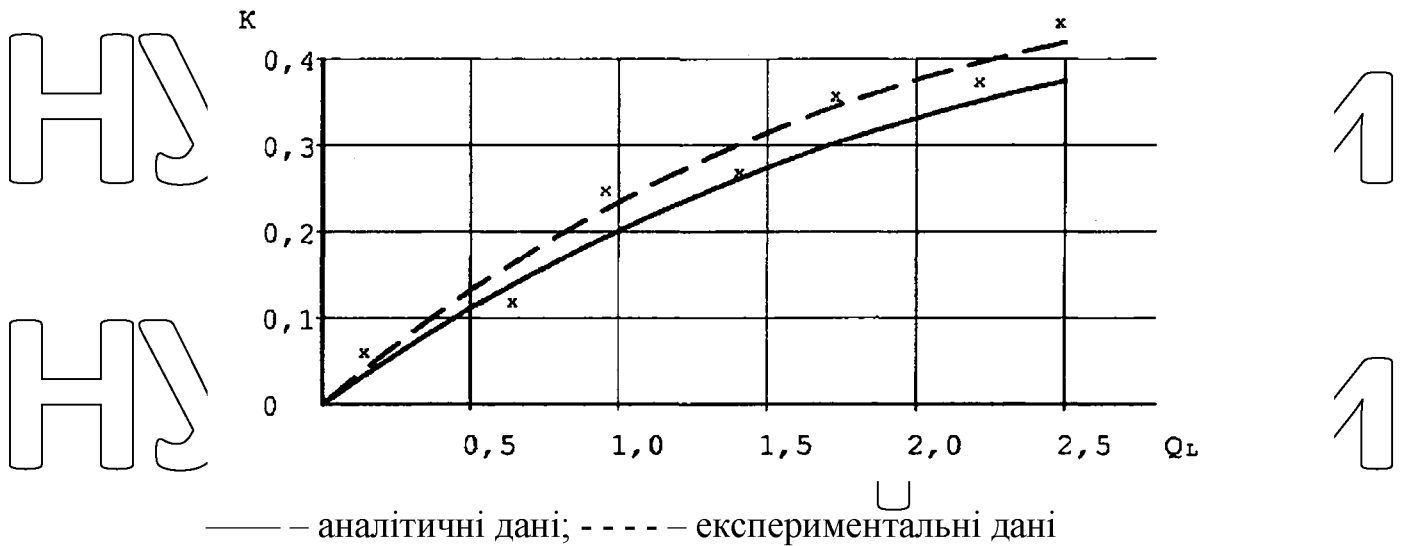


Рисунок 2.2 – Залежність витрати корму від погонного навантаження на транспортері

Побудуємо графік залежності питомого опору переміщенню робочого органу в кормі від вологості (див. рис. 2.3).

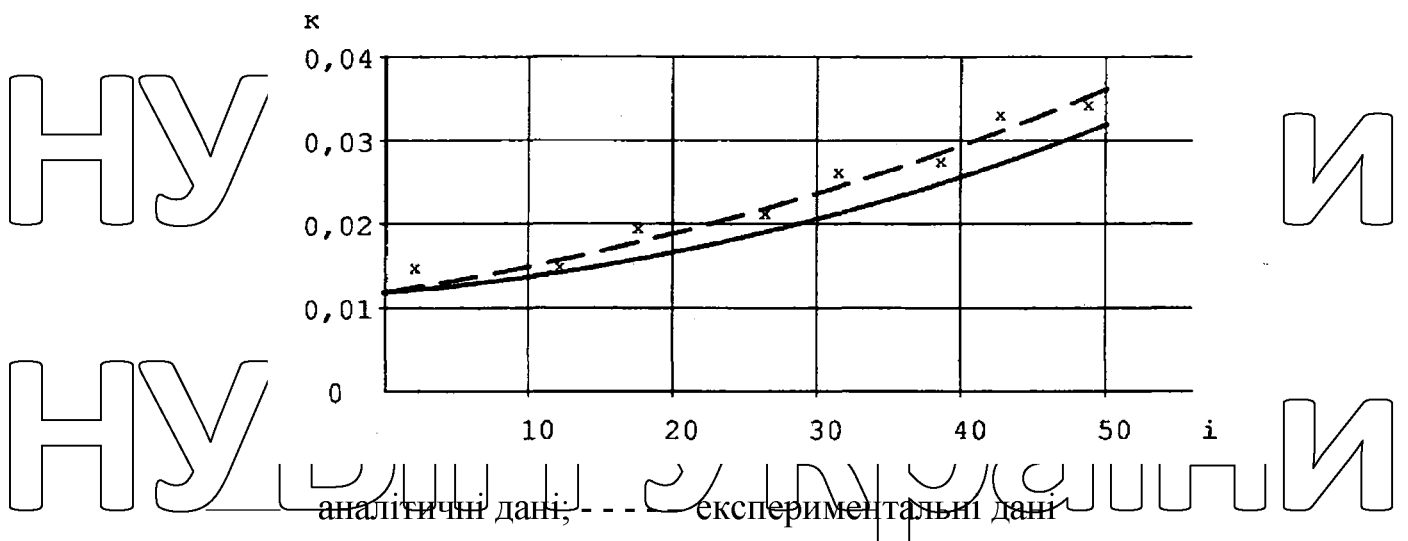


Рисунок 2.3 – Залежність питомого опору переміщенню робочого органу в кормі від вологості

На підставі отриманих результатів будуємо графік розподілу корму за жолобом ланцюгового роздавача залежно від відстані та вологості (див. рис. 2.4).

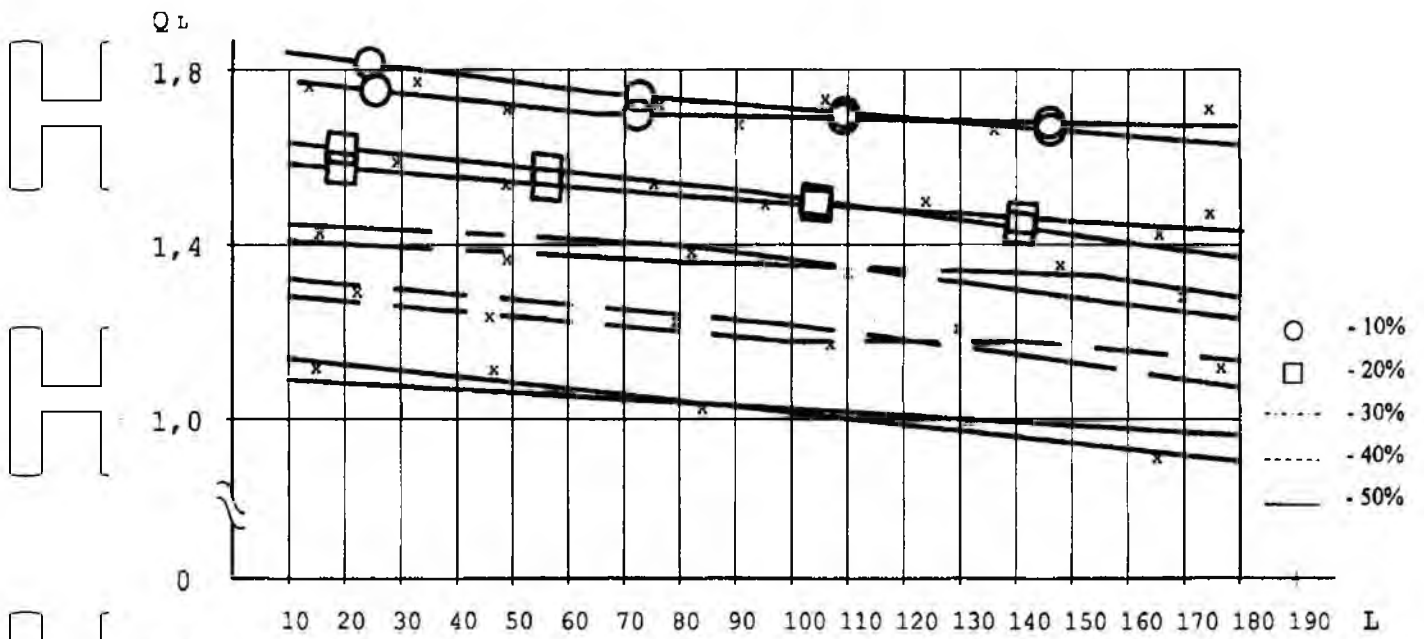


Рисунок 2.4 – Графік розподілу корму за жолобом ланцюгового роздавача залежно від відстані та вологості

Будуємо графік залежності розподілу корму по довжині транспортера (рис.

2.5). Розрахунок та побудова графіків проводиться на комп'ютері

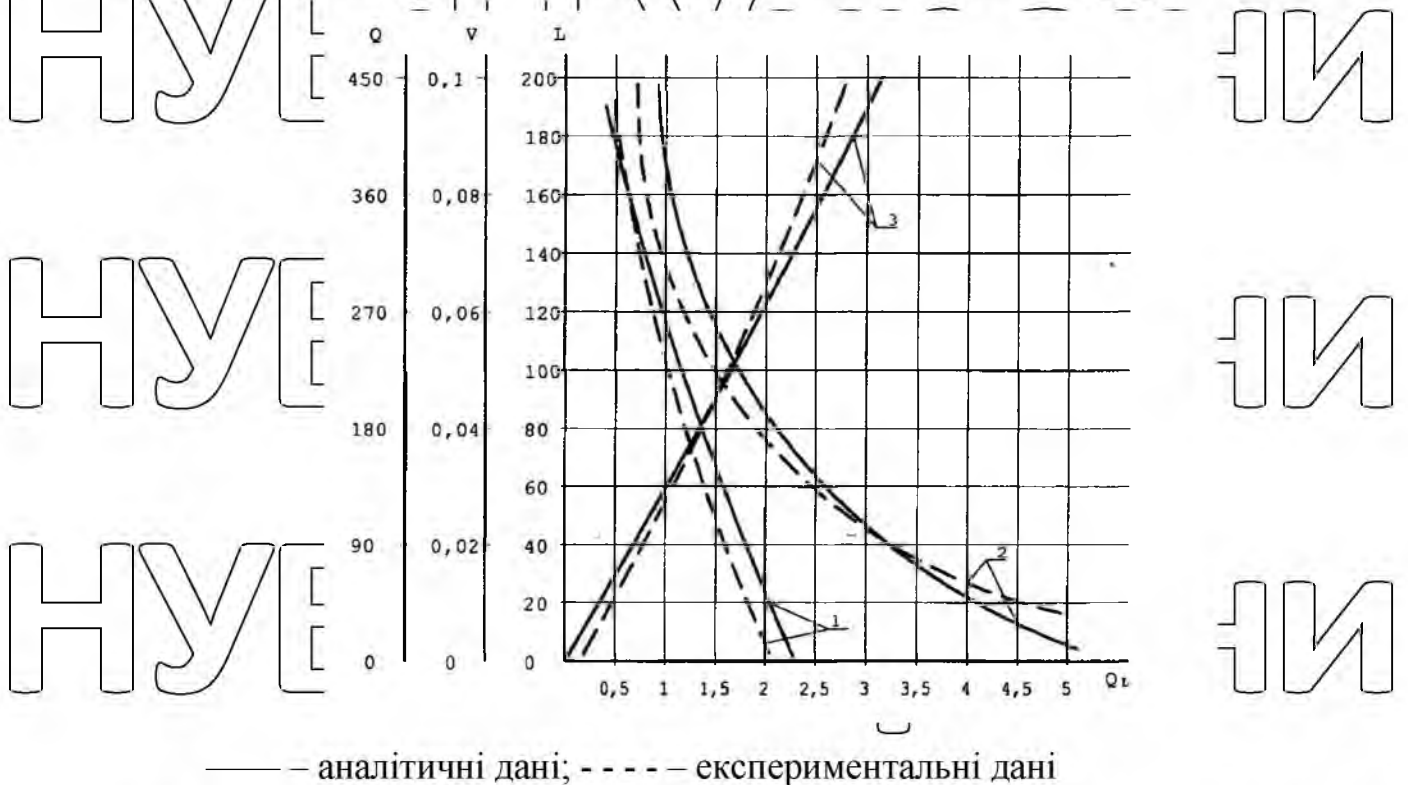
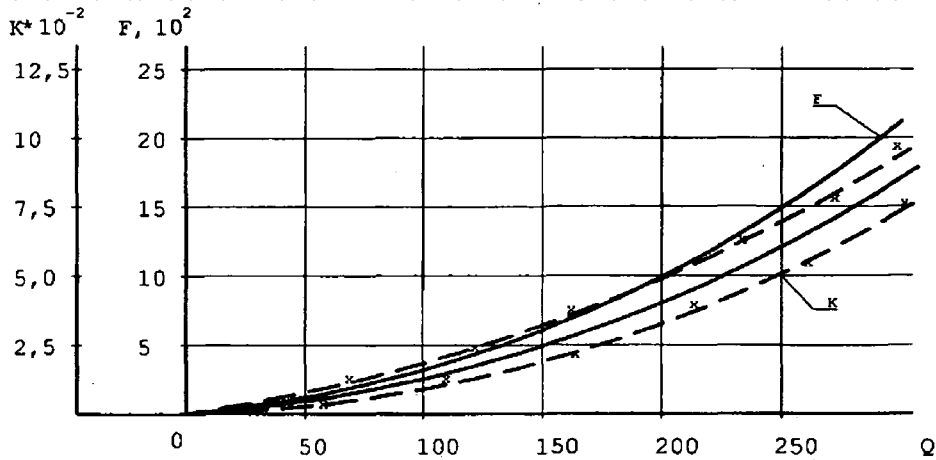


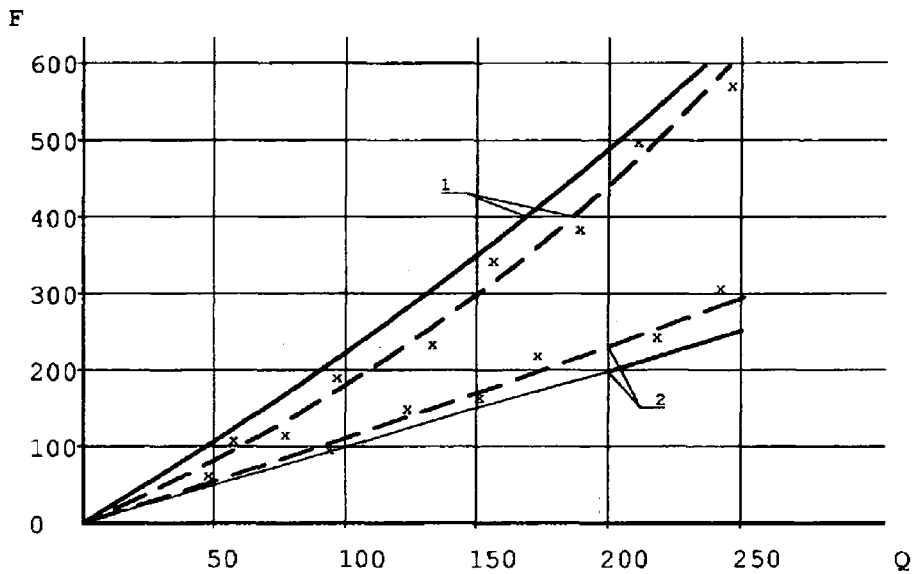
Рисунок 2.5 – Залежність розподілу корму по довжині транспортера, розподілу корму від швидкості транспортера, від погонного навантаження до загального навантаження транспортера

Будуємо графіки залежності опору переміщення ланцюга та коефіцієнту опору від кількості корму (див. рис. 2.6).



— аналітичні дані; - - - експериментальні дані

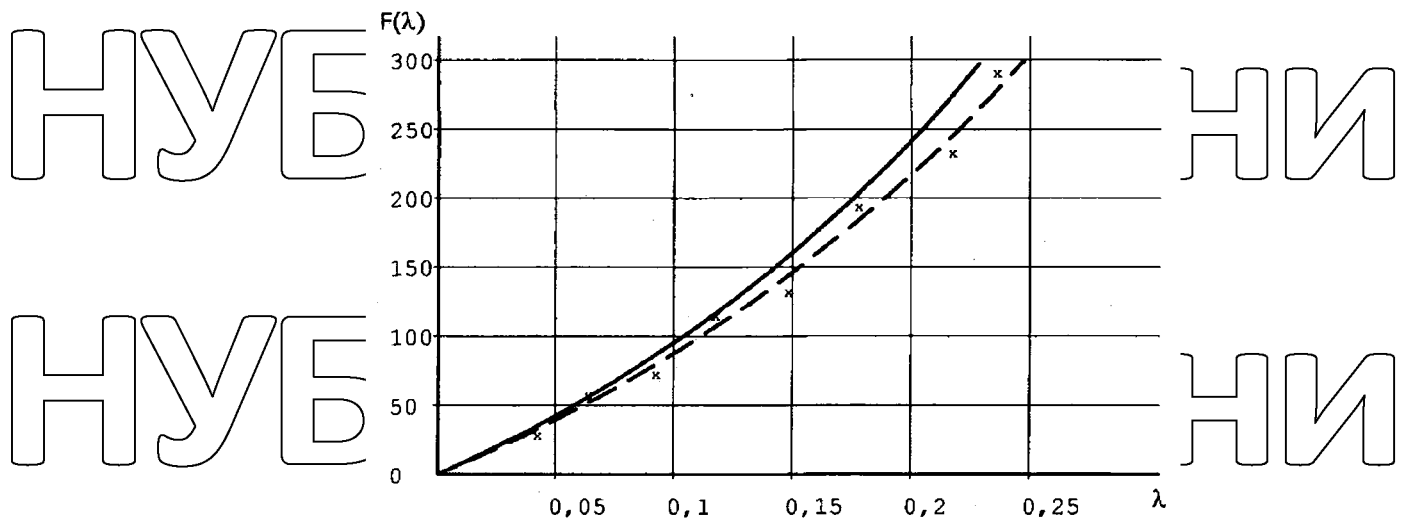
Рисунок 2.6 – Залежність одору переміщення ланцюга та коефіцієнта опору від кількості корму



1 – стрічка; 2 – ланцюг; — — аналітичні дані; - - - експериментальні дані

Рисунок 2.7 – Залежність тягових властивостей робочого органу від кількості транспортованого корму

Для побудови залежності тягових властивостей приводу ланцюгового роздавача від попереднього натягу (рис. 2.8) підставляємо цифрові значення в розроблені формули. Розрахунок та побудова проводиться на комп'ютері.



— — — — — аналітичні дані; - - - - - експериментальні дані

Рисунок 2.8 Залежність тягових властивостей приводу ланцюгового кормороздавача від попереднього натягу робочого органу

РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Визначення фізико-механічних властивостей кормових сумішей

Дослідження робочого процесу машини для роздачі корму необхідно починати з дослідження матеріалу, що вона роздає.

Тільки після визначення фізико-механічних властивостей корму можна правильно підійти до вибору конструктивних параметрів машини та технологічних режимів її роботи.

Відповідно до вище сказаного передбачалося визначення наступних фізико-механічних властивостей кормів: вологість корму, гранулометричний склад корму, об'ємна вага корму, компресійні властивості корму, коефіцієнти зовнішнього та внутрішнього тертя, липкість корму

Лабораторні дослідження з визначення фізико-механічних властивостей проводилися в лабораторіях університету.

Об'єктом досліджень були кормові суміші, приготовані на базі комбікормів промислового виготовлення, з додаванням до них відсутніх компонентів відповідно до раціону годівлі (подрібнена трава, коренеплоди, молочні відходи). В окремих випадках, у відповідності до умов проведення експериментів для підвищення вологості, додавалася вода.

Експерименти проводилися за зміни вологості кормових сумішей від 10 до 50...60% через кожні 5 або 10% залежно від умов експерименту.

Вологість корму визначалася за загальноприйнятою методикою за допомогою сушильної шафи або на експрес-вологомірі. Помилка щодо вологості не перевищувала 0,5%. Зміна вологості при проведенні експерименту досягалася додаванням зелені, коренебульбоплодів або води.

Експерименти проводилися із п'яти-семикратною повторністю.

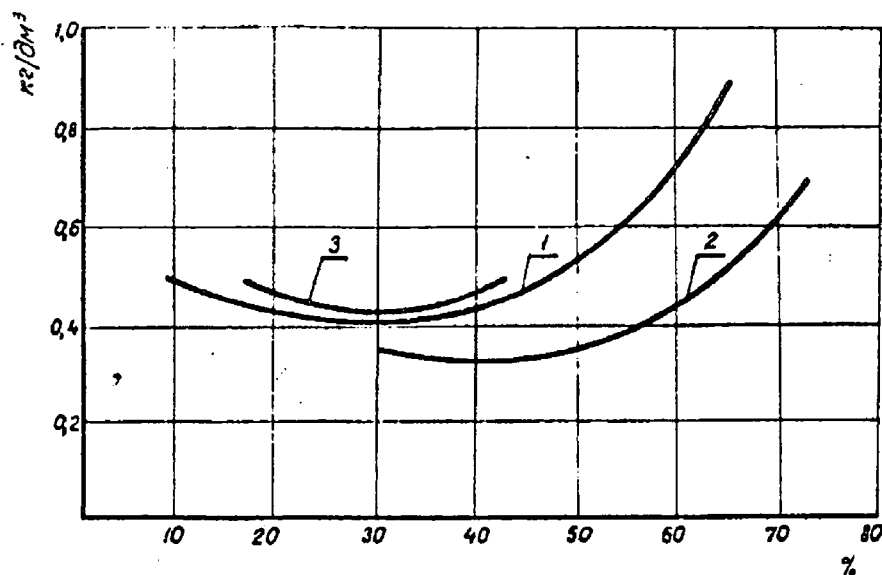
Гранулометричний склад кормів визначався шляхом просіювання проб кормів через набір сит із польової лабораторії Литвинова [8].

Набір дозволяв відсіяти фракції з такими розмірами частинок $x \dots 2$ мм; $2 \dots 0,5$ мм; $0,5 \dots 0,25$ мм; $0,25 \dots 0,1$ мм; $0,1 \dots$ пил. Початкова вага проби становила 100 грам. Експеримент проводився з триразовою повторністю.

Об'ємна вага кормових сумішей вологістю до 20% визначалася за допомогою пурки за загальноприйнятою методикою. Кормові суміші вищої вологості через погіршення сипкості не дозволяли використовувати пурку, тому об'ємна вага більш вологих кормових сумішей визначався шляхом засипання корму в мірний циліндр до певного об'єму (500см^3) з подальшим зважуванням [8].

Дослідження об'ємної ваги кормових сумішей, показали, що вона змінюється зі зміною вологості (рис. 3.1). Привертає увагу деяке зменшення об'ємної ваги при зволоженні до 30%; на перший погляд здається протиприродним. Пояснюється це тим, що при перемішуванні кормової суміші утворюється вторинна пористість, тобто окремі частинки агрегуються в грудочки, між якими утворюються порожнечі. При подальшому зволоженні ці порожнечі заповнюються рідиною та об'ємна вага знову починає зростати.

Додавання до кормової суміші подрібненої зелені у кількості 25% від ваги комбікорму значно зменшило об'ємну вагу (див. рис. 3.1, крива 2)



1 — комбікорм; 2 — комбікорм з додаванням 25% зелені; 3 — комбікорм з додаванням 15% буряку

Рисунок 3.1 — Залежність об'ємної ваги від вологості кормових сумішей

Найменше значення об'ємної ваги при цьому перемістилося у бік більшої вологості тому що волога, що міститься в траві, є внутрішньоклітинною і не бере участі в утворенні плівки поверхневого натягу на частинках кормової суміші, як це має місце при введенні в корм вільної вологи. Додавання до кормової суміші подрібненого буряку у кількості 15% від ваги комбікорму, з наступним зволоженням водою, майже не змінює об'ємної ваги кормової суміші (див. рис. 3.1, крива 3).

Об'ємна вага більшості окремих фракцій менша, ніж об'ємна вага корму, до якого вони входять (див. рис. 3.2). Пояснюється це тим, що з перемішуванням компонентів їх дрібні частинки заповнюють простір між великими. Встановлено так само, що дрібніші фракції мають більшу об'ємну вагу, ніж великі.

Дані характеристик гранулометричного складу кормової суміші, зелені та коренеплодів, що застосовувалися в дослідах показують, що середній розмір частинок кормової суміші знаходиться в межах від 0,5 до 2 мм, тоді як частки коренеплодів мають середній розмір від 3 до 6 мм, а подрібненої трави – 4-6 мм.

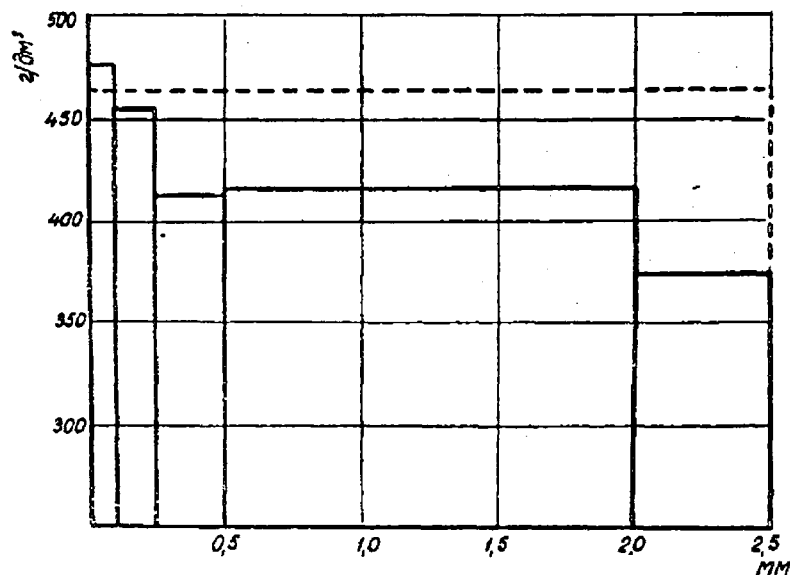


Рисунок 3.2 – Об'ємна вага комбікорму та його окремих фракцій

У зв'язку з цим додавання коренеплодів або зелені до комбікорму викликає суттєві зміни об'ємної ваги, вологості та інших показників.

Компресійні властивості кормових сумішей (здатність до ущільнення під тиском) вивчали на компресійному приладі з лабораторії Литвинова. З метою

з'ясування впливу ступеня подрібненості на ущільнюваність були вивчені окремі фракції кормових сумішей, а також кормові суміші, вологість яких підвищувалася додаванням води, подрібненої зелені, коренебульбоплодів та інших компонентів з високим вмістом води.

Вміст в кормовій суміші частинок за гранулометричним складом був таким: понад 2 мм – 18,2%; від 2 до 0,5 мм – 44%; від 0,5 до 0,25 мм – 20,7%; від 0,25 до 0,1 мм – 15,6%; менше 0,1 мм – 1,5%.

Експерименти проводилися на компресійному приладі (рис. 3.3), що дозволяє проводити стиснення зразка об'ємом 50 см³ при початковій висоті 2 см, без можливості бічного розширення, під тиском до 6 кг/см², і передбачає видалення вичавленої води через паперові фільтри решітчастої поверхні. Усадка фіксувалася за допомогою індикатора з точністю до 0,01 мм. У зв'язку з тим, що усадка відбувається повільно, показання знімали через 5 хв після застосування навантаження, коли ущільнення припинялося.

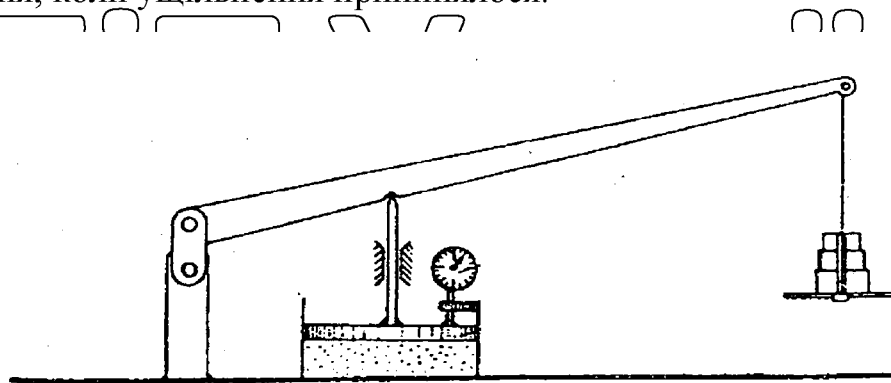
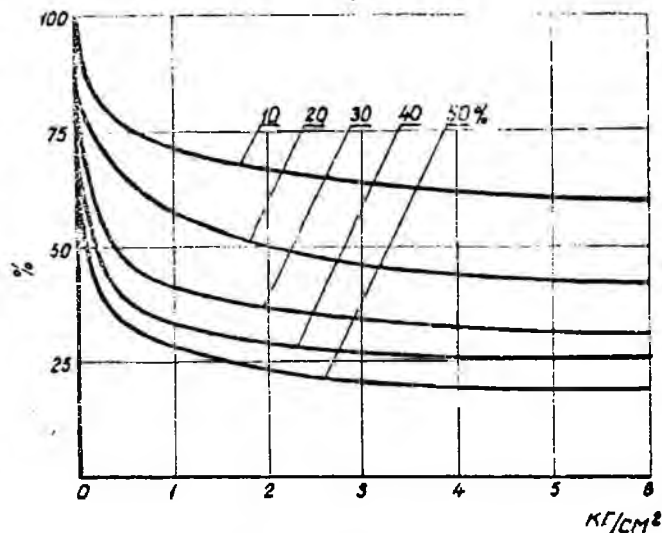


Рисунок 3.3 – Схема приладу для визначення компресійних властивостей кормів

Проведені дослідження компресійних властивостей кормів різної вологості свідчать, що ущільнюваність кормових сумішей з достатньою точністю описується рівнянням $y = -A \ln P_x + C$, де y – значення об'єму кормової маси по відношенню до початкового; A і C – параметри, що характеризують компресійні властивості корму; P_x – тиск на кормову суміш.

Зі зволоженням інтенсивність ущільнення корму збільшується до максимуму, що знаходиться у інтервалі 45...55% вологості (див. рис. 3.4).

НУБІ
НУБІ



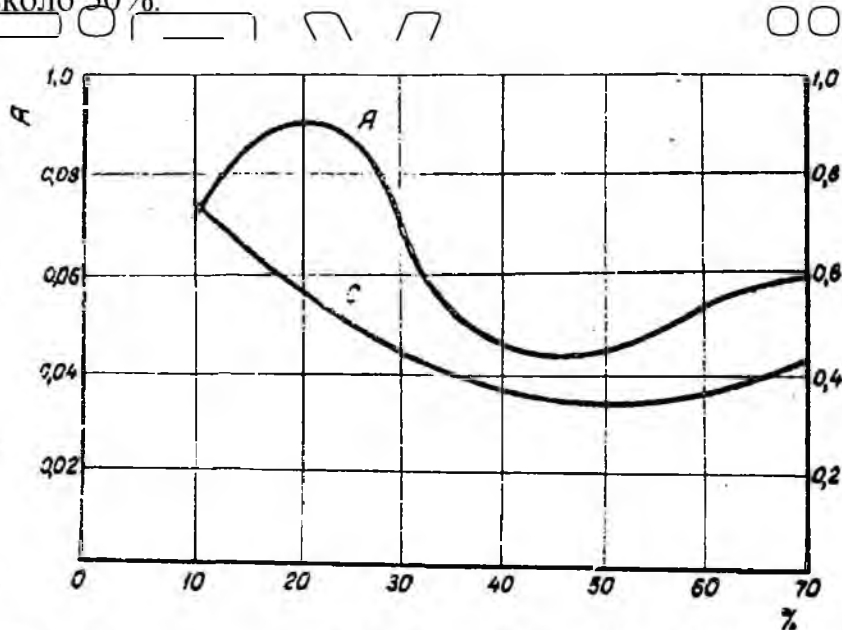
ІНИ
ІНИ

НУБІ

Рисунок 3.4 – Ущільнюваність корму під тиском (вологість до 50%)

Характерними є зміна коефіцієнтів A і C рівняння компресійних кривих (див. рис. 3.5). Привертають увагу два експериментальних значення коефіцієнта A (при 20% та при 40...50% вологості). Коефіцієнт C також має екстремум при вологості навколо 50%.

НУ
НУ



ІИ
ІИ

НУБІ

Рисунок 3.5 – Залежність коефіцієнтів A і C від вологості корму

Результати досліджень компресійних властивостей показали, що вже під тиском 5 кг/см^2 зволоженої кормової суміші зменшується в 4 рази і це призводить до ущільнення суміші в досить міцні грудки, які відіграють вирішальну роль у взаємодії кормовик сумішей з робочими органами, що переміщують корм у жолобі годівниці.

НУБІ

Характер ущільнення окремих фракцій комбікорму (рис. 3.6) показує, що найбільша ущільнюваність спостерігається у дрібних фракціях, а найбільша у фракції розміром від 2 до 0,5 мм. Це свідчить про те, що при ущільненні до бкг/см^2 , руйнування великих частинок та ліквідація великих пір ще не відбувається, якщо не вважати на деформації лушпиння та інших більших частинок найбільшої фракції (понад 2 мм), яка з цієї причини ущільнюється дещо інтенсивніше, ніж фракція від 2 до 0,5 мм.

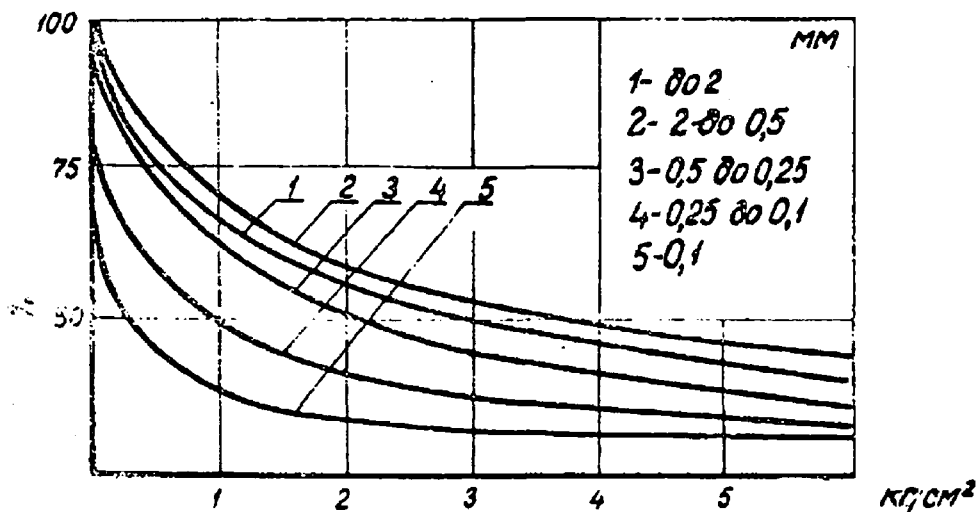


Рисунок 3.6 – Компресійні властивості окремих фракцій комбікорму

При переміщенні кормової маси відбувається рух її частинок як окремо один від одного, так і по різних поверхнях. Тому необхідно визначити поняття внутрішнього і зовнішнього тертя.

І.В.Крагельський [4] вважає, що зовнішнє тертя між двома тілами відбувається у тому випадку, якщо міцність адгезійного зв'язку менше, ніж міцність нижчих шарів. У цьому випадку має місце позитивний градієнт механічних властивостей по глибині.

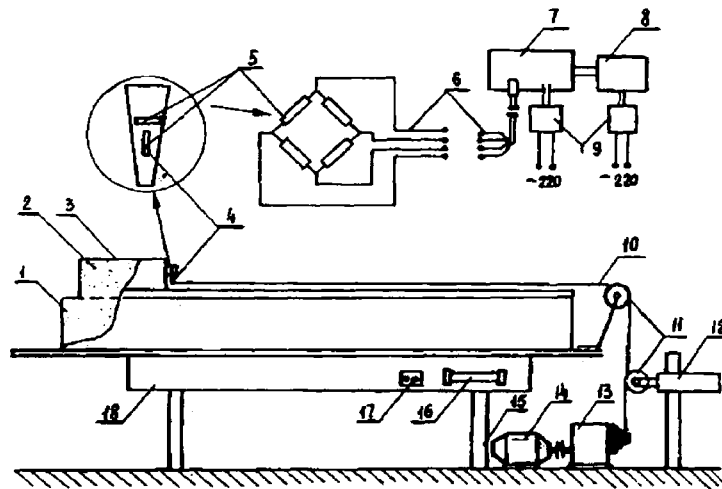
Якщо зв'язок шарів, що розташовані вище, міцніший за зв'язок тих, що знаходяться нижче, то руйнація відбуватиметься за більш слабким місцем, на значній глибині, в деформації братимуть участь значні об'єми.

Б.В. Дерягін [5] вважає, що тертя називається внутрішнім, якщо воно супроводжує та протидіє відносному переміщенню частин одного й того самого матеріалу.

Враховуючи це, ми називаємо тертя кормової суміші за жорсткими поверхнями: метали, дерево та ін – зовнішнім тертям, а тертя частинок кормової суміші по комовій суміші – внутрішнім тертям.

Величина коефіцієнта тертя залежить від низки причин: швидкості переміщення тіл, питомого тиску на поверхню контакту, температури тіл тощо [7, 8].

Величина коефіцієнта тертя визначалася на приладі (рис. 3.7), що складається з ящика, на якому встановлено дві напрямні. У ящик до рівня напрямних насипалася кормова суміш. По напрямних за допомогою електродвигуна переміщалася коробка без дна, у яку насипалася кормова суміш.



1 – ящик; 2 – коробка; 3 – випробуваний матеріал; 4 – балочка; 5 – тензодатчик; 6 – кабель; 7 – підсилювач ТУ-6; 8 – осцилограф Н-700; 9 – блок живлення; 10 – нитка; 11 – блок; 12 – упор; 13 – редуктор; 14 – електродвигун; 15 – опори; 16 – реостат; 17 – кнопки управління; 18 – стіл

Рисунок 3.7 – Схема приладу для визначення коефіцієнтів тертя кормової суміші

При визначенні величини коефіцієнтів тертя по сталі, в напрямні вставлялася сталеві пластини, по якій переміщалася коробка з кормовою сумішшю.

Швидкість руху коробки змінювалася за допомогою ступінчастого шківів, встановленого на валу електродвигуна. Нитка, що зв'язує коробку зі шківом, кріпилася до балочки рівного опору консольно з'єднаною з коробкою. На балочку кріпилися датчики опору, сигнали яких посилювалися підсилювачем ТУ-6 і записувалися осцилографом Н-700.

На рис. 3.8 представлені отримані нами експериментальні залежності величини коефіцієнтів тертя в залежності від швидкості переміщення. Питомий тиск у площині зсуву відповідає 90 Н/м^2 .

Як видно з графіків, величина коефіцієнтів тертя між частинками кормової суміші зменшується зі збільшенням вологості, так як волога, що їх оточує, грає роль мастила. У той же час, при контакті частинок з металевією поверхнею величина коефіцієнтів тертя збільшується зі збільшенням відносної вологості. Це підтверджує припущення, що на величину коефіцієнта тертя основний вплив надають адгезійні сили.

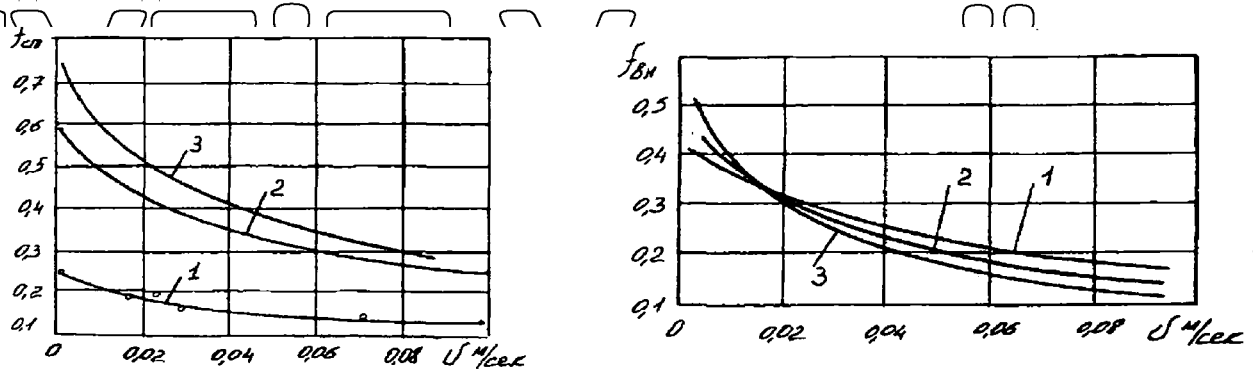


Рисунок 3.8 – Залежність величин коефіцієнтів тертя кормової суміші від швидкості при вологості 7% (1), 20% (2) та 50% (3)

На рис. 3.9 представлені графіки залежності величини коефіцієнтів тертя від швидкості для кормової суміші з різними розмірами частинок. Зі збільшенням розміру частинок величина внутрішнього тертя збільшується, що пояснюється зчепленістю частинок та великим проявом пластичних деформацій.

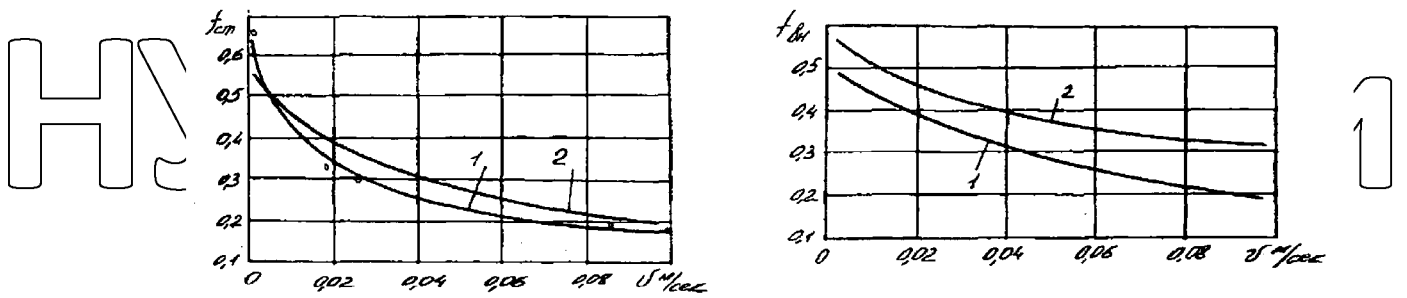


Рисунок 3.9. Залежність величин коефіцієнтів тертя кормової суміші від швидкості при крупності частинок 0,5 мм (1) та 2 мм (2).

У початковий момент коефіцієнт тертя спокою на металевій поверхні вищий, ніж у частинок кормової суміші з меншими розмірами.

Дрібніші частинки в початковий момент прилипають до металевих поверхонь, і на їх зсув потрібне значне зусилля. Зі збільшенням швидкості переміщення величина коефіцієнта тертя різко зменшується за рахунок упорядкованої упаковки частинок.

Липкість вивчалася за методикою проф. Н.А. Качинського [8]. Наважка корму певної вологості укладається на плиту приладу, потім у цей корм вдавлюється сталева пластинка площею 10cm^2 , сила вдавлювання — 1 кг. Зусилля відриву визначається кількістю води, що надійшла в колбу на момент відриву.

Липкість, що визначається таким чином, фіксує нормальні (до поверхні пластинки) сили липкості, проте при взаємодії робочого органу з кормом можуть виникати і дотичні сили липкості, які за допомогою описаної методики визначити не вдається можливим.

Грудки утворюються в тому випадку, коли в результаті стискаючих сил взаємодія (зчеплення) між частинками перевершують руйнівні сили і певна кількість корму поводить як тверде тіло.

Оскільки сили зчеплення частинок (липкість) зростають із збільшенням площі контакту, то, природно, з ущільненням суміші проявляється дедалі більше утворення грудок. Ущільнення кормової суміші викликається тиском її робочого органу корморездавача, тому вивчення залежності грудкоутворення від тиску і вологості було застосовано здавлювання корму в циліндрі з допомогою поршня. У

металевий циліндр знизу вставляється поршень, що спирається своїм штоком на циферблатні ваги (рис. 3.10), зверху засипають навішування корму і закривають другим поршнем, що навантажується гириями. Після ущільнення верхній поршень з гириями забирається і натиском циліндра вниз, стислий до заданої величини корм видавлюється з циліндра, при цьому фіксується зусилля видавлювання, і корм, що залишився на нижньому поршні вивчається візуально.

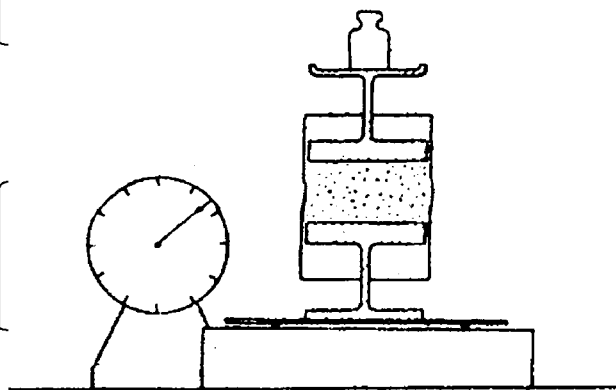


Рисунок 3.10 – Схема приладу для вивчення грудкоутворення

З графіка зміни липкості кормових сумішей при їх зволоженні (див. рис. 3.11) випливає, що максимум липкості спостерігається при вологості кормових сумішей понад 60%. Проте, на приладі визначено липкість, як опір відриву пластинки, тобто сила нормальна до поверхні. Утворення грудок у кормах пояснюється появою сил липкості, що перевищують за величиною сили тяжіння частинок і внутрішні сили тертя, що діють між окремими частинками. Зусилля, що необхідне відриву однієї частинки від іншої прямо пропорційно липкості і поверхні безпосереднього контакту між частинками. Зі збільшенням тиску поверхня контакту збільшується, тому в досліджах змінювалася як вологість так і величина тиску всередині корму.

Проведені дослідження фізико-механічних властивостей кормових сумішей показують, що при підвищенні їх вологості мають місце два експериментальні значення сипкості кормів, схильність до агрегування в грудки та ущільнюваність.

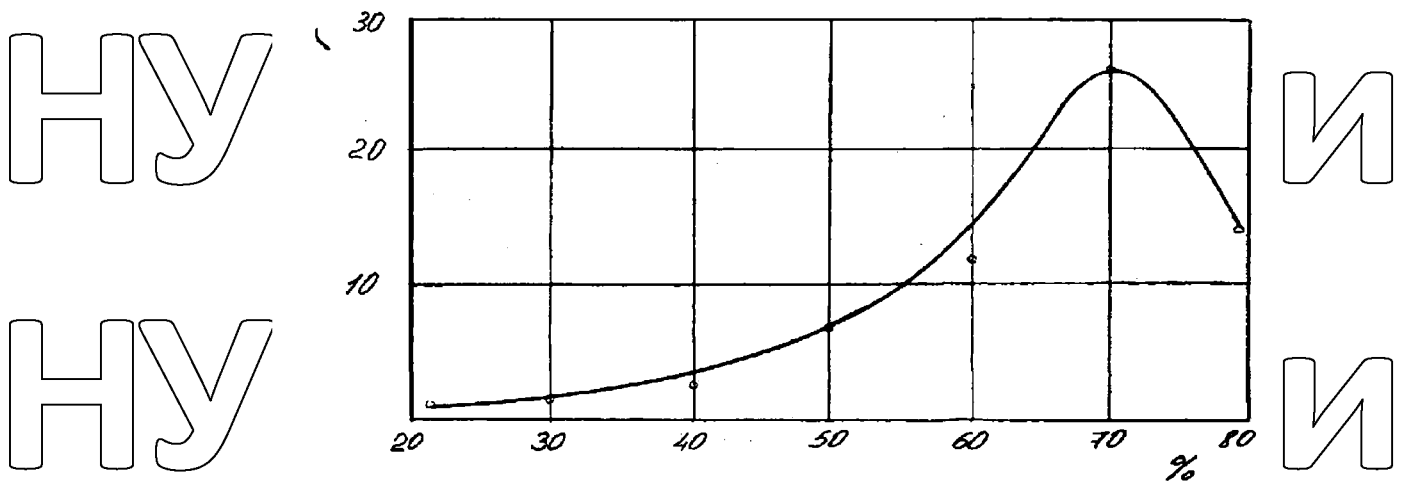


Рисунок 3.11 – Залежність липкості від вологості кормової суміші (опір

відриву сталевій пластинки 10см^2 при попередньому вдавлюванні в корм з силою 1 кг).

3.2 Визначення основних конструктивно-режимних параметрів ланцюгового кормороздавача

Для досліджень основних конструктивно-режимних параметрів ланцюгового кормороздавача була виготовлена лабораторна установка, що дозволяє визначити здатність робочого органу, що транспортує, рівномірно розподіляти корм по кормовому жолобу, силові показники і тягові властивості приводу ланцюгового кормороздавача.

Для проведення експериментальних досліджень були використані: лабораторна установка ланцюгового кормороздавача, комплект електровимірювальних приладів К-505, кінцеві датчики, тензоапаратура, осцилограф Н-700, електронні ваги, електронний секундомір, тахометр ТЧ-10-Р, тиристорний перетворювач.

Лабораторна установка (рис. 3.12, 3.13) є замкнутим контуром кормового жолоба довжиною 20 м, з розташованим у ньому робочим органом (плосколанковим ланцюгом). Для забезпечення кільцевого руху ланцюга установка забезпечена поворотними пристроями, що складаються із сталевих корпусу, поворотного блоку та вирівнюючої планки, яка запобігає нерівномірності кормового жолоба в зоні поворотних пристроїв та заклинювання робочого органу; бункер –

дозатор: привід у вигляді електродвигуна потужністю 0,4 кВт, 960 об/хв і редуктора черв'ячного марки 14-80 на вихідному валу якого розташована приводна зірочка. Для виміру необхідних параметрів лабораторна установка має необхідні пристрої (рис. 3.13).

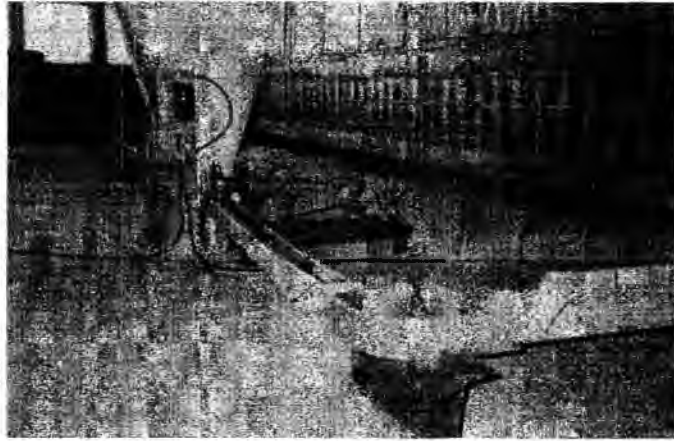


Рисунок 3.12 – Лабораторна установка для визначення конструктивно-технологічних параметрів ланцюгового кормороздавача

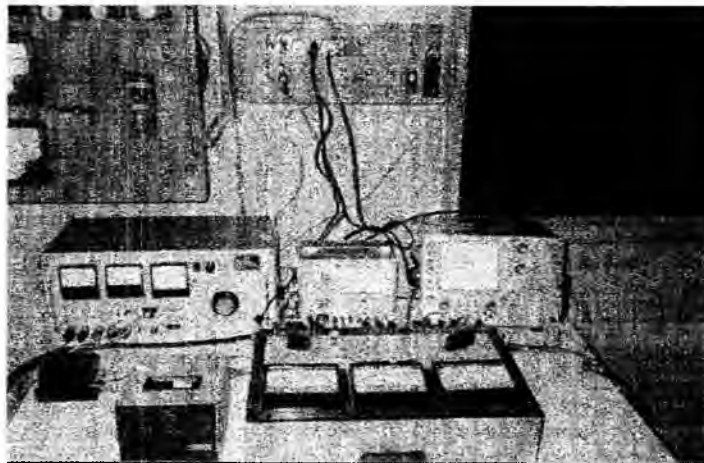
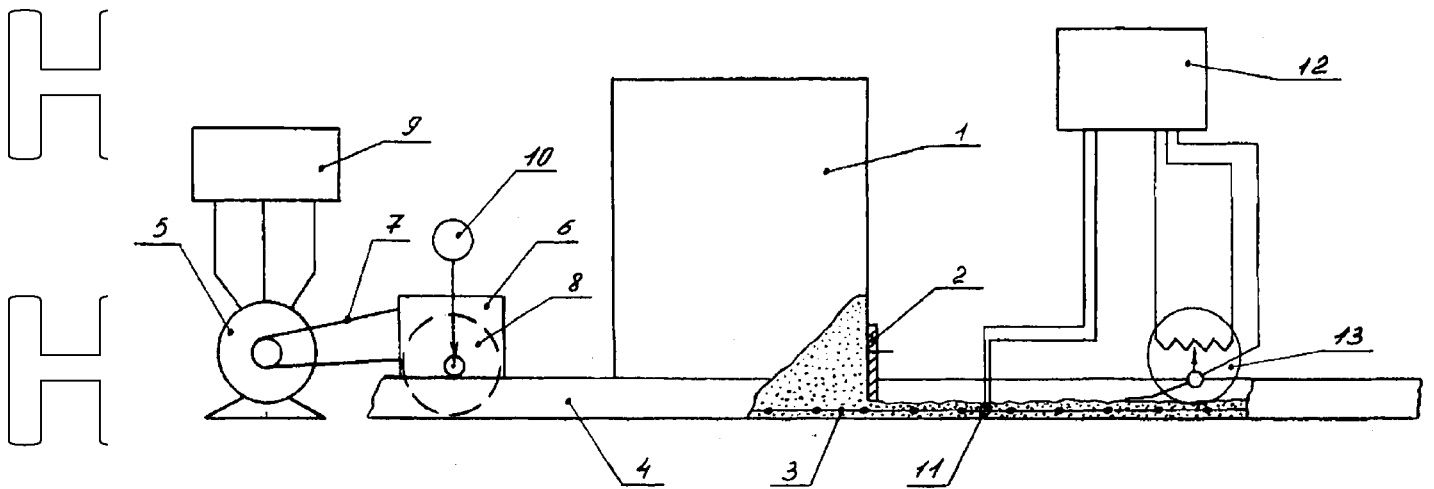


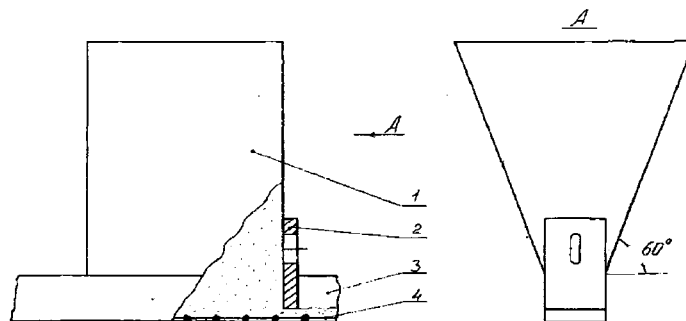
Рисунок 3.13 – Прилади та пристрої для визначення конструктивно-технологічних характеристик ланцюгового кормороздавача



1 – бункер-дозатор; 2 – регульована заслінка; 3 – робочий орган (ланцюг), 4 – кормовий жолоб; 5 – електродвигун; 6 – черв'ячний редуктор; 7 – пасова передача; 8 – приводне зубчасте колесо; 9 – комплект вимірювачів К-505; 10 – тахометр ТЧ-10-Р; 11 – тензодатчик; 12 – осцилограф Н-707; 13 – датчик рівня корму

Рисунок 3.14 – Схема лабораторної установки визначення основних конструктивно-режимних характеристик ланцюгового кормороздавача

Великий вплив на процес розподілу корму за жолобом має бункер-дозатор. В результаті вивчення бункерів-дозаторів різних типів встановлено, що зміна фізико-механічних властивостей кормів надає найменший вплив на кількість видачі корму у разі застосування бункера-дозатора, що є сталеву ємністю з регульованою заслінкою, переміщення якої змінює дозу видачі корму (рис. 3.15).



1 – сталева ємність; 2 – регульована заслінка; 3 – кормовий жолоб; 4 – робочий орган

Рисунок 3.15 – Бункер-дозатор із регульованою заслінкою

Продуктивність бункера-дозатора та похибка дозування залежать від конструктивних параметрів та робочого режиму.

Висота шару корму в бункері-дозаторі, що змінюється в межах 0,25...1,0 м, не впливає на похибку дозування [9]. Кут нахилу стінок бункера-дозатора залежать від фізико-механічних властивостей кормів, геометричних розмірів бункера-дозатора та від напружень у кормі. Від кутів нахилу бункера-дозатора залежить також максимальна ширина вивантажувального отвору. Кут нахилу стінок бункера-дозатора рекомендується приймати 40-60° [11].

Безпосередньо під бункером-дозатором розташований кормовий жолоб.

Конструкцією лабораторної установки передбачалася можливість послідовної установки кількох форм кормових жолобів (рис. 3.16).

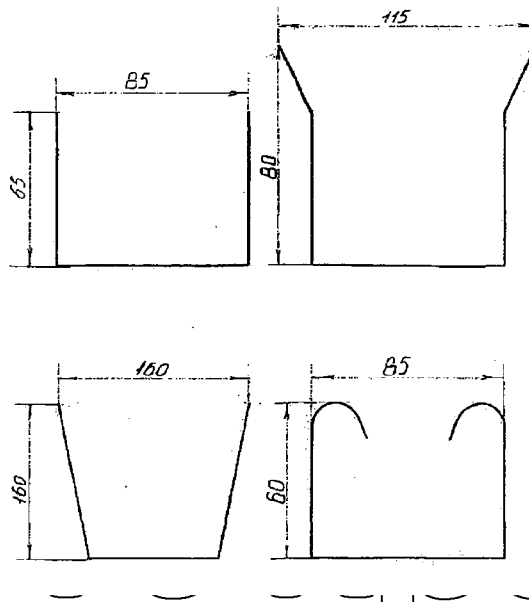


Рисунок 3.16 – Використовувані форми жолобів при лабораторних дослідженнях

Для регулювання швидкості руху робочого органу кормороздавача ми використовували статичний перетворювач зібраний за принциповою силовою схемою статичного перетворювача частоти з проміжною ланкою постійного струму, виконаного на тиристорах.

Цей перетворювач може використовуватися для приводу невеликих потужностей (до 5 кВт). [4]

Швидкість робочого органу при дослідженнях визначається за кількістю оборотів ведучої зірочки за допомогою тахометра ТЧ-10-Р з наступним перерахуванням в лінійну швидкість.

Витрата корму залежно від погонного навантаження визначається порційними вимірами ваги корму одного метру довжини кормороздавача за різної подачі корму з бункера. Подача корму змінюється заслінкою бункера-дозатора від 0,2 до 0,6 кг/сек, а погонне навантаження при цьому змінюється від 0,5 до 2,5 кг/м.

Питомий опір переміщення робочого органу у кормі від вологості майже лінійний. Зміна питомого опору впливає на крутний момент привідної зірочки кормороздавача, і отже на силу струму та напругу електродвигуна. Роблячи виміри сили струму та напруги можна визначити питомий опір переміщення робочого органу у кормі, за зміни його вологості.

Розподіл корму за жолобом визначається ваговими дозами на кожному метрі довжини транспортера. Розподіл корму по довжині жолобу транспортера зменшується лінійно залежно від відстані та вологості корму.

Залежність розподілу корму від швидкості робочого органу визначається ваговими частками на кожному метрі кормороздавача по всій його довжині.

Залежність розподілу корму від швидкості робочого органу не лінійна і що вища швидкість робочого органу, то менше корму на погонному метрі кормороздавача.

Погонне навантаження монотонно збільшується зі збільшенням загального навантаження на транспортер. Загальне навантаження на транспортер визначається нормою видачі бункером-дозатором від 150 до 350 кг, а погонне навантаження визначається ваговими дозами та змінюється від 0,5 до 3 кг/м.

Опір переміщенню робочого органу та коефіцієнт опору робочого органу залежать від кількості корму не лінійно. Опір переміщенню корму визначається за зміною напруги та струму в ланцюзі електродвигуна. Коефіцієнт опору переміщення ланцюга знаходиться як відношення сили опору до загального навантаження та ваги ланцюга. Зі збільшенням навантаження від 50 до 300 кг опір

переміщення ланцюга збільшується від 5 до 20 кг, а коефіцієнт опору збільшується від 0,0025 до 0,1.

Тяговий опір робочих органів від кількості корму при різній вологості визначається аналогічно щодо зміни напруги і струму в ланцюзі електродвигуна та вимірювання вагових норм на кожному погонному метрі кормороздавача.

Вологість корму визначається зважуванням погонного навантаження сухого корму та корму з додаванням води до 50%.

Тягові властивості приводу ланцюгового роздавача визначаються за зміною сили струму та напруги в ланцюзі електродвигуна.

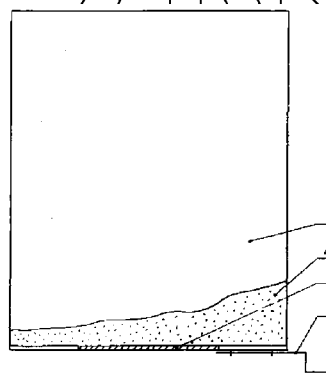
Попередній натяг ланцюга визначається тензодатчиком та тензометричною апаратурою. Зусилля тяги зростає лінійно зі збільшенням попереднього натягу.

Експерименти, що дозволяють визначити залежності критичного діаметра утворення склепінь отвору від товщини шару та вологості кормових сумішей,

проводилася на лабораторній установці запропонованої Ю.А. Куровим [9], що являє собою циліндр 1, з регульованим отвором в дні – 2 (рис. 3.17). Розмір отвору змінюється від 0 до 10 см за допомогою пристрою, подібного до діафрагми фотоапарата. Максимальний діаметр циліндра 65 см і може зменшуватися до 25 см

шляхом встановлення змінних циліндрів. При плавному відкритті регульованого

отвору рукояткою 3, уловлюється момент початку видачі корму 4, при мінімальному отворі. Діаметр цього отвору і вважається критичним.



1 – ємність; 2 – отвір, що регулюється; 3 – ручка приводу регульованого отвору; 4 – корм

Рисунок 3.17 – Схема пристрою для визначення критичного діаметра отвору

Визначення діаметра здійснюється за допомогою мірної лінійки.

Критичний діаметр отвору вивчається залежно від висоти шару корму над отвором та від вологості корму.

Висота шару корму змінювалася від 0,05 до 1м, а вологість від 10 до 50%.

Експеримент проводився з трьох-п'ятикратною повторністю.

Аналізуючи результати експериментальних досліджень установки можна відзначити, що оптимальне значення критерію оптимізації знаходиться в межах 1,1...1,4 кг, досягається при вологості кормової суміші 25...35 %, швидкість руху робочого органу 0,055...0,065 м/с, подача кормової суміші з бункера-дозатора 0,3...0,4 кг/с, опір переміщенню робочого органу – 0,015...0,025 кг/м.

Для отримання оптимальних значень робочих параметрів ланцюгового кормороздавача отриману модель, що пов'язує фактори з параметрами оптимізації, аналізували на ПК.

В результаті аналізу отриманої математичної моделі виявлено оптимальні значення робочих параметрів досліджуваного ланцюгового кормороздавача, при яких можна досягти оптимального значення кількості корму, що видається, на погонному метрі жолоба кормороздавача 1,2 кг/м: вологість корму – 35%, швидкість руху робочого органу – 0,06 м/с, подача кормової суміші з бункера-дозатора – 0,3 кг/с, опір переміщенню робочого органу – 0,02 кг/м.

ВИСНОВКИ

НУБІП України
у результаті аналізу наукового матеріалу виявлено, що найперспективнішими засобами для роздачі кормів птахам є ланцюгові кормороздавачі. Науково-дослідні, лабораторно-виробничі дослідження дозволили обґрунтувати, розробити та у виробничих умовах випробувати експериментальний зразок ланцюгового кормороздавача, який дозволив значно збільшити фронт годування.

НУБІП України
Проведені дослідження фізико-механічних властивостей кормових сумішей дозволили визначити їх оптимальні значення: вологість 25...35%, гранулометричний склад 2...4мм, об'ємна вага 420 г/дм³, коефіцієнти зовнішнього та внутрішнього тертя 0,4 та 0,3, відповідно.

НУБІП України
В результаті теоретичних досліджень встановлено, що робота кормороздавача стабільна при вологості кормової суміші 25...30%, швидкості руху робочого органу $\in 0,055...0,065$ м/с, подачі кормової суміші з бункера-дозатора 0,3...0,4 кг/с, опорі переміщенню робочого органу $- 0,015...0,025$ кг/м.

НУБІП України
Проведений експеримент, що виявив фактори, що надають найбільший вплив на робочий процес. Це вологість кормової суміші, швидкість руху робочого органу, подача кормової суміші і опір переміщенню робочого органу.

НУБІП України
Проведені експериментальні дослідження повністю підтвердили положення, висунуті у теоретичних дослідженнях із досить високою достовірністю.

НУБІП України
Обґрунтовано раціональні конструктивно-режимні параметри кормороздавача, що досягаються при вологості кормів в 35%, швидкості руху робочого органу 0,06м/с, подачі кормової суміші в 0,3 кг/с, опорі переміщенню робочого органу в 0,02 кг/м.

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sherwood D., Milby T. Restricted versus full-feeding for growing pullets. - Poultry Science, 2004, v.33 № 5, p.1080.

2. Siccardi F.J. Pros and cons: time clock control of feeding. - Broiler Ind. 2004, v.47, № 12, p.50

3. Leeson S. Pullet nutrition and reproductive development - Feed Manag., 1999, v.37, № 1, p.20

4. Sanz M., Smith M. Efecto de diferentes sistemas de alimentacion restringida en el comportamiento reproductivo de gallinas de lineas pesadas. - Rev. Cub. Cienc. Avic., 2006, v.13, №1, p.1-11.

5. Phelps A. Freezing grower feed intake at 6-weeks hikes egg output. - Feedstuffs, 2020, v.56, № 32, p.20-80.

6. Plavnik L., McMurtry J.P., Rosebrough Growth performance and carcass composition. - Growth, 2021, v.50, № 1, p.68-76.

7. Cason J.A., Britton W.M. Effect of short-term feed deprivation on shell quality in laying hens. - Poultry Science, 1996, v.65, №3, p.530-537.

8. Ao, Y., Yang, C., Wang, S., Hu, Q., Yi, L., Zhang, J.B., Yu, Z.N., Cai, M.M., Yu, C., 2020. Characteristics and nutrient function of intestinal bacterial communities in black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae in livestock manure conversion. Microb. Biotechnol. 14, 886–896. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13595>.

9. Awasthi, M.K., Sarsaiya, S., Wainaina, S., Rajendran, K., Kumar, S., Quan, W., Awasthi, S. K., Chen, H.Y., Pandey, A., Zhang, Z.Q., Jain, A., Taherzadeh, M.J., 2019. A critical review of organic manure biorefinery models toward sustainable circular bioeconomy: technological challenges, advancements, innovations, and future perspectives. Renew. Sustain. Energy Rev. 111, 115–131. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.017>.

10. Bruno, D., Bonelli, M., De Filippis, F., Di Lelio, I., Tettamanti, G., Casartelli, M., Ercolini, D., Caccia, S., 2019. The intestinal microbiota of *Hermetia illucens* larvae

is affected by diet and shows a diverse composition in the different midgut regions. *Appl. Environ. Microbiol.* 85, e01864-18 <https://doi.org/10.1128/aem.01864-18>.

11. Cai, M., Ma, S., Hu, R., Tomberlin, J.K., Yu, C., Huang, Y., Zhan, S., Li, W., Zheng, L., Yu, Z., Zhang, J., 2018. Systematic characterization and proposed pathway of tetracycline degradation in solid waste treatment by *Hermetia illucens* with intestinal microbiota. *Environ. Pollut.* 242, 634–642. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.105>.

12. Callegari, M., Jucker, C., Fusi, M., Giovanna, M.L., Daffonchio, D., Borin, S., Savoldelli, S., Crotti, E., 2020. Hydrolytic profile of the culturable gut bacterial community associated with *Hermetia illucens*. *Front. Microbiol.* 11, 1965. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01965>.

13. Chadwick, D., Sommer, S., Thorman, R., Fanguero, D., Cardenas, L., Amon, B., Misselbrook, T., 2011. Manure management: Implications for greenhouse gas emissions. *Anim. Feed Sci. Technol.* 166, 514–531. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.036>.

14. De Smet, J., Wynants, E., Cos, P., Van Campenhout, L., 2018. Microbial community dynamics during rearing of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) and its impact on exploitation potential. *Appl. Environ. Microbiol.* 84, e02722–e02739 <https://doi.org/10.1128/aem.02722-17>.

15. Dimova, D., Zlatkov, N., Verkade, H., Uhlin, B., Tietge, U., 2017. High-cholesterol diet does not alter gut microbiota composition in mice. *Nutr. Metabol.* 14, 15. <https://nutritionandmetabolism.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12986-017-0170-x>.

16. El-Saadony, M.T., Alagawany, M., Patra, A.K., Kar, I., Tiwari, R., Dawood, M.A.O., Dhama, K., Abdel-Latif, H.M.R., 2021. The functionality of probiotics in aquaculture: an overview. *Fish Shellfish Immunol.* 117, 36–52. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.07.007>.

17. Engel, P., Moran, N.A., 2013. The gut microbiota of insects – diversity in structure and function. *FEMS (Fed. Eur. Microbiol. Soc.) Microbiol. Rev.* 37, 699–735. <https://doi.org/10.1111/1574-6976.12025>.

18. Erkosar, B., Storelli, G., Mitchell, M., Bozonnet, L., Bozonnet, N., Leulier, F., 2015. Pathogen virulence impedes mutualist-mediated enhancement of host juvenile growth via inhibition of protein digestion. *Cell Host Microbe* 18, 445–455. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2015.09.001>.

19. Fan, L.X., Yang, Z.M., Fang, Y., Zhang, W.D., 2019. Utilization status and development suggestion of livestock manure. *Modern Agricultural Sci. Technol.* 1, 175–81 (in Chinese).

20. Finley, J.W., 2020. Evolution and future needs of food chemistry in a changing world. *J. Agric. Food Chem.* 68, 12956–12971. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b07774>.

21. Fung, T.C., Vuong, H.E., Luna, G.D.G., Pronovost, G.N., Aleksandrova, A.A., Riley, N.G., Vavilina, A., McGinn, J., Rendon, T., Forrest, L.R., 2019. Intestinal serotonin and fluoxetine exposure modulate bacterial colonization in the gut. *Nat. Microbiol.* 4, 2064–2073. <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0540-4>.

22. Gold, M., Tomberlin, J.K., Diener, S., Zurbrugg, C., Mathys, A., 2018. Decomposition of biowaste macronutrients, microbes, and chemicals in black soldier fly larval treatment: a review. *Waste Manag.* 82, 302–318. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.022>.

23. Jacob, M.B., Gerstein, M.J., 1960. *Handbook of Microbiology*. David Van Nostrand Co. Inc, Princeton, NJ. Klammsteiner, T., Walter, A., Bogataj, T., Heussler, C.D., Stres, B., Steiner, F.M., 2021.

23. Impact of processed food (Canteen and Oil wastes) on the development of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae and their gut microbiome functions. *Front. Microbiol.* 12, 619112 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.619112>.

24. Kouzuma, S., Fujii, K., 2018. Biochemical characteristics of cellulose and a green alga degradation by *Gilvamarinus japonicus* 12-2T, and its application potential for seaweed saccharification. *Biosc. Biotech Biochem.* 82, 2198–2204. <https://doi.org/10.1080/09168451.2018.1516542>.

25. Lee, S.H., Doherty, T.V., Linhardt, R.J., Dordick, J.S., 2009. Ionic liquid-mediated selective extraction of lignin from wood leading to enhanced enzymatic

cellulose hydrolysis. *Biotechnol. Bioeng.* 102 (5), 1368–1376.

<https://doi.org/10.1002/bit.22179>.

26. Li, L., Stasiak, M., Li, L., Xie, B., Fu, Y.M., Gidzinski, D., Dixon, Mike, Liu, H., 2016. Rearing *Tenebrio molitor* in BLSS: dietary fiber affects larval growth, development, and respiration characteristics. *Acta Astronaut.* 118, 130e136.

<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2015.10.003>.

27. Li, W., Li, Q., Zheng, L., Wang, Y., Zhang, J., Yu, Z., Zhang, Y., 2015. Potential biodiesel and biogas production from corncob by anaerobic fermentation and black soldier fly. *Bioresour. Technol.* 194, 276–282.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.06.112>.

28. Liu, T., Kumar, A.M., Chen, H., Duan, Y., Awasthi, S.K., Zhang, Z., 2019. Performance of black soldier fly larvae (Diptera: Stratiomyidae) for manure composting and production of cleaner compost. *J. Environ. Manag.* 251, 109593

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109593>.

29. Ma, H., Zhu, Y., Wang, Z., Yu, X., Hu, R., Wang, X., Cao, G., Zou, H., Shah, A.M., Peng, Q., Xue, B., Wang, L., Zhao, S., Kong, X., 2021. Glutamine supplementation affected the gut bacterial community and fermentation leading to improved nutrient digestibility in growth-retarded yaks. *FEMS (Fed. Eur. Microbiol. Soc.) Microbiol. Ecol.*

<https://doi.org/10.1093/femsec/fiab084>.

30. Makkar, H.P.S., Tran, G., Heuze, V., Ankers, P., 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Anim. Feed Sci. Technol.* 197, 1–33.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.

31. Maki, M., Leung, K.T., Qin, W., 2009. The prospects of cellulase-producing bacteria for the bioconversion of lignocellulosic biomass. *Int. J. Biol. Sci.* 5 (5), 500–516.

<https://doi.org/10.7150/ijbs.5.500>.

32. Mazza, L., Xiao, X., Rehman, K.U., Cai, M., Zhang, D., Fasulo, S., Tomberlin, J.K., Zheng, L., Soomro, A.A., Yu, Z., Zhang, J., 2020. Management of chicken manure

J. Zhang et al., *Journal of Environmental Management* 348 (2023) 119156