

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**Обґрунтування параметрів спірального  
дозатора сипких кормів**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГМз-1-19

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Авраменко Володимир Віталійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Дудін Володимир Юрійович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві  
Освітній ступінь: «Магістр»  
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
В.о. завідувача кафедри  
МВПТ  
(назва кафедри)  
доцент  
(вчене звання)  
Дудін В.Ю.  
(підпис) (прізвище, ініціали)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Авраменку Володимир В'їталїйовичу

(прїзвище, ім'я, по батьковї)

1. Тема роботи: Обґрунтування параметрів спірального дозатора сипких кормів

керівник роботи Дудїн Володимир Юрїйович, к.т.н., доцент

(прїзвище, ім'я, по батьковї, науковий ступїнь, вчене звання)

затвердженї наказом вищого навчального закладу від  
«25» листопада 2020 року № 2958

2. Строк подання студентом роботи 08.02.2021 р.

3. Вихїдні данї до роботи Аналіз стану питання процесів та обладнання для приготування сипких кормів та, зокрема, дозаторів. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелїк питань, які потрібно розробити) 1. Стан питання. Мета і завдання дослідження. 2. Теоретичне обґрунтування енергозберігаючої вакуумної системи. 3. Експериментальні дослідження енергозберігаючої вакуумної системи. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5. Техніко-економічна оцінка удосконаленої вакуумної системи. Загальні висновки. Бїбліографїчний список

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. Аналіз (1 аркуш, А4). 2. Теоретичні дослідження (3 аркуші, А4). 3. Експериментальні дослідження (2 аркуші, А4). 4. Охорона праці (1 аркуш, А4). 5. Економічні показники (1 аркуш, А4). 6. Висновки (1 аркуш, А4)

:

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Дудін В.Ю., доцент		
2	Дудін В.Ю., доцент		
3	Дудін В.Ю., доцент		
4	Кравець В.В., доцент		
5	Вінніченко І.І., професор		
Нормоконтроль	Гаврильченко О.С., доцент		

7. Дата видачі завдання: 25.11.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.11.2020 р.	
2	Теоретичний	до 20.11.2020 р.	
3	Експериментальний	до 10.12.2020 р.	
4	Охорона праці	до 20.12.2020 р.	
5	Економічний	до 27.12.2020 р.	
6	Демонстраційна частина	до 24.01.2021 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Авраменко В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Дудін В.Ю.

(прізвище та ініціали)



## АНОТАЦІЯ

Авраменко Володимир Віталійович. Обґрунтування параметрів спірального дозатора сипких кормів /Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація тваринництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2021.

Дипломна робота містить п'ять основних розділів, зміст, вступ, загальні висновки, бібліографічний список та додатки. В першому розділі приведений огляд технічних засобів для дозування сипких кормів, основні напрямки теоретичних досліджень процесу та виконано їх аналіз. Другий розділ включає в себе питання теоретичного обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів спірального дозатора сипких кормів. Третій розділ присвячено розробці програми та методики експериментальних досліджень, проведення та аналізу їх результатів. Проведено дослідження розробленої конструкції з точки зору охорони праці. Виконано економічне обґрунтування розробки. Зроблені висновки та складено список використаної літератури.

**Ключові слова:** дозатор, корми, точність дозування, спіраль, енергозбереження

1. Авраменко В.В. / Використання комбікормів та засоби для їх приготування // В.Ю. Дудін, В.В. Авраменко, І.В. Калько // Матеріали за 13-а міжнародна научна практична конференція, «Настоящи изследвания и развитие-2020», 17 - 25 грудня, 2020, Софія. «Бял ГРАД-БГ» ООД - 92 стр.

## ЗМІСТ

Вступ .....	7
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ .....	9
1.1 Зоотехнічні вимоги до дозування комбікормів дійним коровам .....	9
1.2 Кратність годівлі і норми видачі комбікормів дійним коровам .....	11
1.3 Технологічні лінії та засоби роздачі комбікормів дійним коровам....	12
1.3.1 Кормороздавачі і системи годівлі комбікормами.....	12
1.3.2 Дозатори сухих концентрованих кормів для корів.....	27
1.4 Висновки .....	32
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СПІРАЛЬНОГО ДОЗАТОРА СИПКИХ КОРМІВ.....	33
2.1 Обґрунтування і опис конструктивно-технологічної схеми дозатора...	33
2.2 Теоретичне обґрунтування конструктивних параметрів спірального дозатора .....	35
2.2.1 Процес витікання сипкого матеріалу з бункера і заповнення межвиткового простору спіралі.....	35
2.2.2 Залежність подачі спірального транспортера від кутової швидкості спіралі.....	42
2.2.3 Подача спірального дозатора при дискретному дозуванні.....	45
2.2.4 Робочий об'єм дозатора в окремих випадках.....	47
2.3 Розрахунок потужності на привід дозатора.....	51
2.4 Висновки .....	52
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПІРАЛЬНОГО ДОЗАТОРА .....	54
3.1 Програма та методика експериментальних досліджень .....	55
3.1.1 Програма та обладнання.....	55
3.1.2 Визначення подачі дозатора і похибки дозування.....	56
3.1.3 Визначення споживаної потужності	

на дозування комбікормів.....	57
3.2 Методика планування експерименту і визначення раціональних параметрів дозатора .....	58
3.3 Результати експерименту .....	60
3.4 Висновки .....	63
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ....	64
4.1 Загальні визначення та поняття .....	64
4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів.....	65
4.3 Заходи по забезпеченню захисту оператора від дії шкідливих та небезпечних факторів .....	65
4.4 Правила безпечного виконання робіт при роздаванні сипких кормів	69
4.5 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях.....	72
4.6 Висновки.....	73
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОГО ДОЗАТОРА КОРМІВ.....	74
5.1 Вихідні дані.....	74
5.2 Експлуатаційні витрати .....	75
5.3 Висновки .....	79
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	80
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	81
ДОДАТКИ	

Найважливішими завданнями сільськогосподарського виробництва є збільшення виробництва продукції тваринництва, підвищення ефективності праці та зниження собівартості виробленої продукції. Реалізацію цих завдань можна досягти тільки при цілісній механізації трудомістких процесів і впровадження сучасних технологій. Результативність виробництва і обсяг тваринницької продукції безпосередньо залежать від рівня і якості годівлі тварин, а також збалансованості раціонів з урахуванням поживності кормів.

Для створення міцної кормової бази тваринництва разом з соковитими і грубими кормами необхідно приділяти особливу увагу концентрованим кормам. Прогресивним і перспективним напрямком розвитку тваринництва є дозована роздача концентрованих і комбінованих кормів в залежності від продуктивності, причому значення даних кормів в частки кормового балансу з кожним роком збільшується.

Ефективність годівлі комбінованими кормами пояснюється поєднанням в них окремих концентрованих компонентів і мікроелементів. У зв'язку з цим необхідно, щоб технічні засоби видавали задану кількість комбікорму індивідуально кожній тварині або групі тварин, в залежності від раціону відповідно до зоотехнічних вимог і продуктивності. Застосовувані дозуючі пристрої в кормоцехах і на фермах господарств мають ряд суттєвих недоліків: складність конструкції, велика металоємність, низька якість дозування, висока вартість і т.д. Для складних конструкцій дозаторів підвищуються витрати праці і коштів на їх ремонт і технічне обслуговування, таким чином, ефективність їх використання знижується. Крім цього, надлишки комбікорму, виданого тварині і з'їдені їм, не в повному обсязі компенсуються отриманою продукцією, що призводить до нераціональної витрати кормів. Відомі дозатори об'ємного виду для дозування концентрованих кормів не затребувані на сучасних фермах і комплексах, так як ці дозатори видають значно менше або значно більше вста-



новленої норми, що в свою чергу призводить до невиправданих витрат.

На підставі вищевикладеного впливає висновок, що розробка дозатора для видачі концентрованих кормів, що забезпечує ефективне використання комбікормів, нормальний розвиток і зростання продуктивності дійних корів, високий рівень механізації і автоматизації, виконання встановлених зоотехнічних та інших вимог, в даний момент часу є актуальним завданням і потребує вивчення на основі результатів наукових досліджень. У зв'язку з цим дана робота присвячена розробці більш якісного способу дозованої видачі сухих концентрованих кормів і створення відповідного дозатора, що відповідає зоотехнічним технологічним нормам і вимогам сучасного виробництва продукції тваринництва.

Мета роботи - є підвищення точності дозування сухих концентрованих кормів дійним коровам шляхом обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів спірального дозатора.

Поставлені завдання:

1. Провести аналіз сучасних технологічних процесів та конструкцій дозаторів сипких комбікормів.
2. Дослідити робочий процес спірального дозатора і виявити аналітичні залежності для розрахунку його конструктивно-технологічних параметрів.
3. Експериментально дослідити вплив конструктивних чинників і режимів роботи спірально-гвинтового дозатора на показники процесу дозування і визначити раціональні конструктивно-технологічні параметри розробленого дозатора для дозованої видачі комбікормів.
4. Провести аналіз розробленого дозатора з точки зору охорони праці.
5. Виконати техніко-економічну оцінку розробленої конструкції спірального дозатора сипких кормів.

## **1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ**

## 1.1 Зоотехнічні вимоги до дозування комбікормів дійним коровам

Великою кількістю зоотехнічних досліджень встановлено [11, 13, 19 та ін.], що годівля сільськогосподарських тварин, зокрема, великої рогатої худоби, має відбуватися на підставі потреби їх організму в конкретних поживних речовинах, мікроелементах і вітамінах. Даний об'єм необхідного кормового матеріалу визначається з урахуванням виду (групи) тварин, її віку, статі, фізіологічного стану, а також від об'єму, кількості і якості одержуваної продукції.

Для кожної групи тварин з урахуванням норми годівлі визначається і складається свій (індивідуальний) раціон, збалансований за протеїном, мінеральних речовин і вітамінів. Неякісна годівля, що включає неправильне складання раціону (нестача або надлишок в раціоні компонентів корму) і перегодовування або недокорм дійних корів, призводить до зниження їхньої продуктивності, порушення відтворювальних функцій і більшу ймовірність розвитку захворювань.

Прості концентровані корми не в повній мірі задовольняють потреби дійних корів в необхідних поживних речовинах, так як мають вузький перелік мінеральних елементів. Комбікорм - складна однорідна суміш подрібнених до певної крупності різних кормів і мікродобавок, що забезпечує збалансовану і повноцінну годівлю тварин.

Відомо, що включення комбікормів в раціон дійних корів, підвищує їх надої на 10 - 20% і тягне зниження кількості кормів на формування молока на 7 - 15 %, що в сукупності дозволяє знизити собівартість продукції.

Підприємства виробляють різні комбікорми, призначені для певного виду тварин з урахуванням їх фізіологічного стану. Згодовування невідповідного виду комбікорму не дає необхідного ефекту і може негативно позначитися на здоров'ї тварини [13]. Рецептuru приготування комбікормів ґрунтується на складі раціону тварини. Наприклад, в літній період, коли зелені корми багаті протеїном, коровам слід давати комбікорм з малою кількістю протеїну. Дій-

ним коровам в основному згодуюють розсипні концентрати, хоча відомо, що гранульований комбікорм тварини поїдають швидше.

Даний факт слід враховувати при згодовуванні концентрованих кормів в доїльних залах при доїнні корів. Гранулювання кормів скорочує втрати поживних елементів під час їх зберігання і згодовування. Згодовування корму у вигляді гранул змінює процес травлення в рубці тварини - повільніше утворюється аміак, а мікроорганізми, наявні в рубці, використовують його більш ефективно [37]. Крім диференціації годівлі тварин з урахуванням їх життєвого циклу, варто враховувати, що підвищення інтенсивності годівлі корів молочного напрямку безпосередньо позначається на ефективності утворення молока.

Так, об'ємне збільшення кормів на одну тварину на рік з 3500 до 5100 корм. од., в тому числі комбікормів з 250 г до 450 г на один кг отриманого молока, супроводжується підвищенням молочної продуктивності з 3000 до 5000 кг і зниженням витрат кормів на одиницю отриманої продукції з 1,16 до 0,93 корм. од. (14 ... 11,25 МДж) [19].

Для корів із річним удоєм 2500 ... 3000 кг витрата сухих концентрованих кормів становить 14 ... 18% від сумарної поживності раціону, з удоєм 4500 ... 5000 кг - 31 ... 36% і з удоєм 6000 кг і більше - 39 ... 42%. За рекомендаціями генетиків в раціоні дійних корів із річним удоєм молока 8000 кг і більше утримання комбікормів в період роздоювання досягає 60 ... 70% [19].

Невеликі дози комбікорму можна роздавати вручну, але для великих норм потрібно механізація. З урахуванням вищевикладеного, можна сказати що:

- для підвищення продуктивності корів молочного напрямку при їх годівлі в раціоні повинні бути присутніми комбікорми;
- для кожної групи корів варто згодовувати відповідний склад комбікормів;
- важливо нормувати годівлю тварин в зазначених діапазонах з використанням механізованих засобів видачі комбікормів.

## 1.2 Кратність годівлі і норми видачі комбікормів дійним коровам

У разі прив'язного утримання корів основний вид корму (грубі і соковиті) видають в рівній кількості для всієї групи, а концентровані корми - індивідуально, з урахуванням добового надою молока при контрольному доїнні.

Загальний раціон для груп тварин складають на підставі їх фізіологічного стану і добового удою молока. При годівлі високопродуктивних корів необхідно враховувати поїдаємість комбікормів в процесі доїння. Відомо, що дійні корови можуть поїдати до 2,5 кг розсипних і близько 3 кг гранульованих комбікормів протягом 8...10 хвилин [12]. Перерозподіл об'єму яким годують комбікормів за періодами лактації (45 ... 60% в перший період) збільшує концентрацію енергії в сухій речовині раціону, а прийнята система згодовування (2 - 3 рази на добу) викликає погане поїдання основного виду корму. Існують для різної кратності годівлі дійних корів концентрованими кормами, але не встановлені оптимальні кратності і інтервал часу годівлі. Тому було проведено досліди, що визначають оптимальні кратності і тимчасові інтервали між роздачею комбікормів.

Досліди проводилися методом латинського квадрата в першому випадку -  $4 \times 4$ , вивчалася 2-, 3-, 6, 8- кратне годування комбікормами, в другому  $3 \times 3$ , вивчалася 2,5-, 3- і 4-х годинний інтервал між годівлями. Контрольну годівлю проводили раз в декаду протягом двох днів. Раціон годівлі змінювали два рази на місяць за підсумками контрольної доїння.

За підсумками проведених дослідів встановлено, що для високопродуктивних дійних корів кратність годівлі комбікормами в першу фазу лактації повинна бути до 6 разів на добу, в другу 3 - 4 рази і в третю фазу лактації 2 - 3 рази. Максимальний об'єм порції комбікормів при годівлі не повинен перевищувати 3 кг за один раз. При шестикратній годівлі дійних корів комбікормами оптимальний інтервал видачі становить 3 години. Оптимальні норми видачі комбікормів коровам з річним удоєм молока 4500 ... 6000 кг в різні періоди лактації є: 380 ... 410 г комбікорму в перші 100 днів лактації на 1 кг отри-

маного молока, 290 ... 360 г у другі 100 днів і 140 ... 240 г в останню третину [19]. Оптимальним співвідношенням комбікормів і основного виду корму в раціоні дійних корів показано на рис. 1.1, при цьому максимальний об'єм комбікормів, що видається протягом доби не повинен перевищувати 12 ... 14 кг.

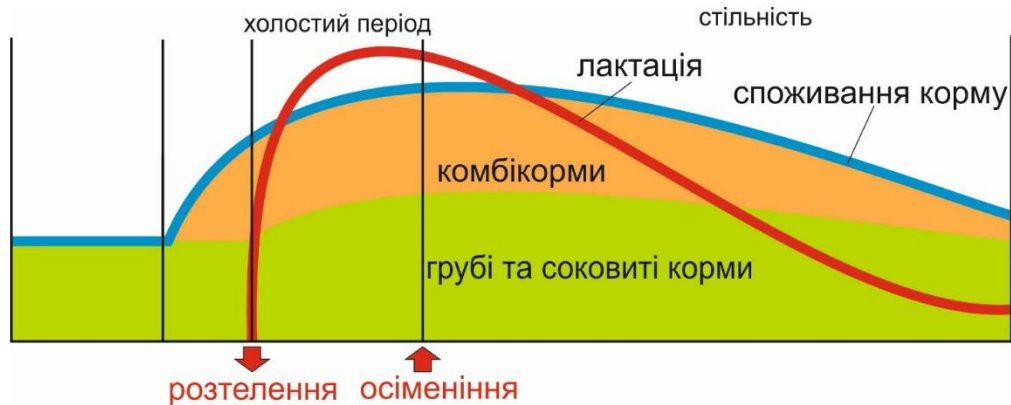


Рисунок 1.1 - Графік роздачі соковитих, грубих і концентрованих кормів

Для забезпечення видачі необхідної кількості і періоду годування дійних корів необхідно використовувати автоматизоване дозування концентрованих кормів. Проведений аналіз дозволяє сказати наступне:

- з фізіологічної точки зору індивідуальне дозування комбікормів є найбільш ефективним;
- в залежності від періодів лактації слід коригувати обсяг комбікормів, включених в добовий раціон, а також кратність годівлі, це дозволяє збільшити продуктивність дійних корів і знизити собівартість продукції;
- варто визначити технологічну схему і дозатор, що дозволяють забезпечити вищеписані вимоги.

### 1.3 Технологічні лінії та засоби роздачі комбікормів дійним коровам

#### 1.3.1 Кормороздавачі і системи годівлі комбікормами

Як вже було зазначено вище, в тваринництві одним з найважливіших факторів, що підтримують оптимальний стан здоров'я тварин і їх продуктив-

ність, є годівля повноцінним збалансованим раціоном. В даний час на сільськогосподарських підприємствах значну роль в організації годівлі грають різні машини і механізми, які дозволяють підвищити якість поданих кормів. До числа таких механізмів відносяться кормороздавачі, призначені для автоматизованої подачі концентрованих кормів, а також зерна і мінералів.

При транспортуванні і роздачі на фермах можуть використовуватися кілька видів кормороздавачів. Першим видом подібних механізмів є пересувний кормороздавач, який являє собою візок з пристроєм для роздачі і спеціальним бункером для корму. Цей пристрій переміщують за допомогою тракторів або монтуєть в автомобільну раму замість кузова. Пересувний кормороздавач використовують при роздачі сухих, твердих, рідких і напіврідких видів корму, а також для подачі подрібненої трави і силосу.

Найбільшого поширення серед таких кормороздавачів, використовуваних в господарствах, отримав причіпний кормороздавач КТУ - 10, призначений для прийому подрібнених кормів, злакових або бобових трав, подрібненої соломи, сінажу, різаних коренеплодів, а також повнораціонних кормових сумішей, транспортування і роздачі їх під час руху в годівницю. Норму видачі корму регулюють зміною швидкості руху поздовжнього транспортера налаштуванням храпового механізму і поступальної швидкості трактора [8].

Другим видом пристроїв для роздачі кормів є кормороздавачі-змішувачі, вони широко застосовуються в тваринництві, які змішують інгредієнти корму безпосередньо під час його роздачі. У бункері таких пристроїв знаходяться ріжучі шнеки, призначені для ретельного подрібнення і змішування завантажуються компонентів до отримання однорідної сировини. Після отримання однорідної маси корм вивантажують для годування тварин, використовуючи транспортер. Одним з найважливіших елементів даного механізму є система зважування. У простіших моделях вона представлена електронними вагами, а більш складні машини припускають наявність комп'ютерної системи з великим екраном. Дана система може запам'ятати більше десятка різноманітних видів раціону. До таких кормороздавачів відноситься подрібнювач-змішувач-

роздавач кормів ІСРК-12 «Господар» (рис. 1.2), що широко використовується на молочно-товарних фермах. Він призначений для доподрібнення і змішування різних видів кормів з використанням електронної системи зважування кормової суміші, яка забезпечує можливість програмування 50 рецептів з 30 компонентів. Тут концентровані корми змішуються в загальній масі з усіма видами кормів. Зліва і / або праворуч кормороздавача, встановлений вивантажний транспортер з гідроприводом.

Норма видачі кормосуміші регулюється шиберною заслінкою вивантажного люка, що відкривається за допомогою гідроциліндра.

Величина відкриття шибера контролюється візуально за становищем важеля, пов'язаного зі штоком гідроциліндра, і мітками, нанесеним на спеціальній лінійці, закріпленій на передній стінці бункера.



Рисунок 1.2 - Подрібнювач-змішувач-роздавач кормів ІСРК-12

Наступним видом пристроїв для роздачі кормів є стаціонарні кормороздавачі. Пристрій являє собою довгий транспортер, який встановлюють в приміщенні, де утримують тварин. Функціонування таких механізмів забезпечу-

ється за рахунок включення електричних двигунів. Цей пристрій можна застосовувати для роздачі різних видів кормів.

Устаткування встановлюється таким чином, що забезпечує подачу сировини в кожную годівницю і дозволяє визначати дозування корму для кожної тварини [8, 11 та ін.]. Слід зазначити те, що є така конструкція даного виду роздавача, яка передбачає його розміщення безпосередньо над годівницями і подачу точно відміряних порцій корму (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 - Стационарний роздавач кормів

Перевага мобільних кормороздавачів в порівнянні зі стаціонарними полягає в тому, що вони не мають конструктивної жорсткого зв'язку з годівницями, тому подібні кормороздавачі відрізняються високою мобільністю, можливістю переміщатися всередині і поза приміщенням - на полях, кормосховищах, кормоприготувальних відділеннях і т. д.

Крім основної своєї функції (транспортування і роздачі кормів), вони виконують багато інших завдань, наприклад, їх можна використовувати в процесі заготівлі сінажу, силосу, інших кормів. Також подібні агрегати дозволяють транспортувати різні вантажі. Але є у них і ряд істотних недоліків. Для їх



використання необхідні великі кормові проїзди. Агрегатуються з тракторами, які в свою чергу забруднюють повітря всередині корівника. Вони не в повній мірі забезпечують задану точність дозованої видачі корму їх складно використовувати, якщо ряд тварин переривається, є переносниками захворювань.

В останні роки в деяких господарствах добре себе зарекомендували роздавачі обмеженої мобільності (рис. 1.4). Для таких роздавачів характерна наявність в кормовому проході або над годівницями напрямних рейок, по яких переміщається самохідний візок з бункером і дозуючим органом.

Їх перевага полягає в суворій відповідності заданого раціону і приготованої, а також виданої кормової суміші групі тварин. Відсутність людського фактора дозволяє проводити видачу за встановленим розкладом протягом доби, навіть вночі.



Рисунок 1.4 - Роботизована система годівлі тварин з роздавачем з обмеженою мобільністю

При використанні даної системи годівлі кормовий стіл залишається завжди чистим, так як відсутній трактор, який рухається уздовж кормового проїзду, на колесах якого є вуличний бруд, в зимовий період зберігається тепло всередині корівника.

В останні роки світова наука і практика розробили ряд прогресивних си-

стем годівлі тварин. Однією з найбільш перспективних є технологія диференційованого годівлі великої рогатої худоби, відповідно до якої всі види кормів подають тваринам одночасно у вигляді збалансованої за поживністю кормосуміші, приготовленої в подрібнювачах-змішувачах-роздавачах кормів.

При цій технології з метою забезпечення диференційованої годівлі тварин необхідно формувати в групи по функціональному стану (термінів отелення), продуктивності, віку, періодів виробничого циклу відгодівлі молодняку та ін.

За кордоном проводять поділ дійного стада на функціональні групи за трьома критеріями: кількістю днів після отелення, добової продуктивності і вгодованості корів за п'ятибальною шкалою. Однак на вітчизняних фермах, особливо на невеликих, важко розділити стадо на виробничі групи, а отже, забезпечити організацію диференційованого годування тварин високоенергетичними кормами за допомогою роздавачів-змішувачів кормів.

У цих випадках частину концентрованих кормів згодовують в складі кормосуміші, а решту роздають вручну високопродуктивним тваринам в залежності від їх продуктивності. Для зниження витрат праці доцільно розробити прості пристрої для механізації зазначеної операції. Аналогічна ситуація має місце і при невеликому поголів'я на відгодівельних фермах молодняка великої рогатої худоби та на свинарських фермах.

Так як процес видачі комбікорму тваринами може здійснюватися різними способами і засобами, то для виділення певних напрямків у проектуванні перспективних пристроїв годівлі тварин зробимо аналіз існуючих пристроїв для роздачі комбікормів на фермах ВРХ.

Для здійснення одночасної роздачі концентрованих, грубих і соковитих кормів при мінімальних затратах праці і коштів і підвищення точності дозування призначені пристрої ПКТУ-10 і ПРММ-5. Вони дозволяють здійснювати дозовану видачу розсипних або гранульованих (діаметром до 12 мм) концентратів в годівниці тварин як окремо, так і одночасно з іншими видами кормів (рис. 1.5). Пристосування встановлено на передній частині кормороздатчика і

складається з бункера для концентрованого корму та приводу з дозатором.

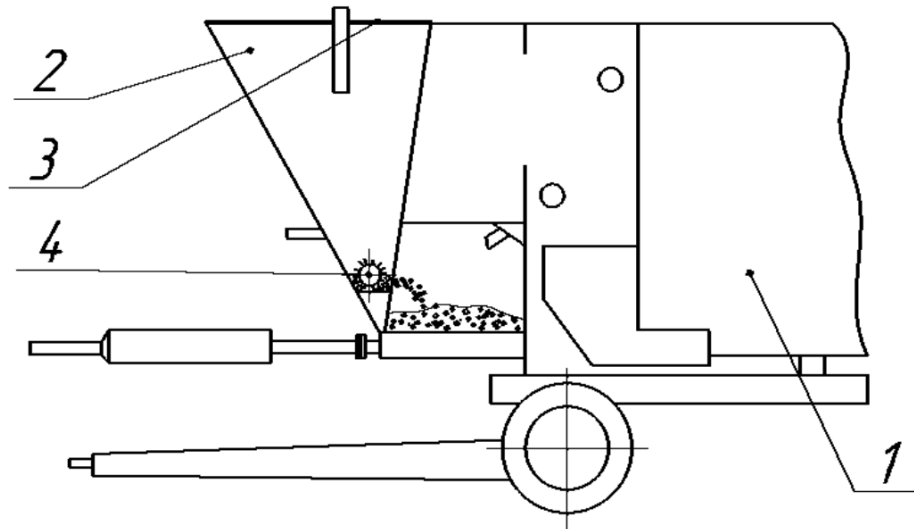


Рисунок 1.5 - Кормороздавач КТУ-10 з пристосуванням ПКТУ-10: 1 - Кормороздавач КТУ-10; 2 - бункер ПКТУ-10; 3 - кришка; 4 – дозатор

У верхній частині бункера є завантажувальна горловина з виступаючими бортами. На передній стінці вмонтовано оглядове вікно для контролю завантаження і витрат комбікормів. У нижній частині задньої стінки є кормовихідний отвір з похилим лотком і захисним козирком. Внизу бункера встановлений барабанний дозатор.

Для роздачі комбікормів тваринам при прив'язному утриманні в зарубіжних господарствах застосовуються засоби обмеженою мобільності - монорельсовий роздавальник типу «Mobitron» (рис. 1.7) фірми «Westfalia».



Рисунок 1.6 - Підвісний монорельсовий роздавач концентрованих кормів фірми «Westfalia»

Фірма «DeLaval» виготовляє подібні роздавальники «FeedCar 2» і «FeedMaster 500\800» (рисунок 1.7). Дозуючим елементом в них є шнек (рис. 1.8, а) або стрічка (рисунок 1.8, б).

Роздача комбікорми здійснюється з урахуванням розташування стійл в корівнику на дві або в одну боку, по замкнутому колу або човниково. Корів необхідно розбивати на групи в залежності від їх продуктивності, маси, раціону та фізіологічного стану.

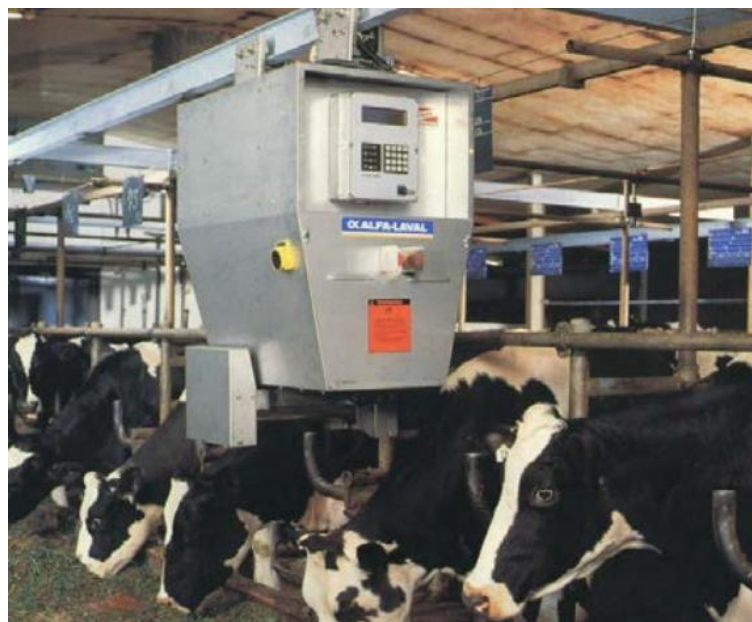
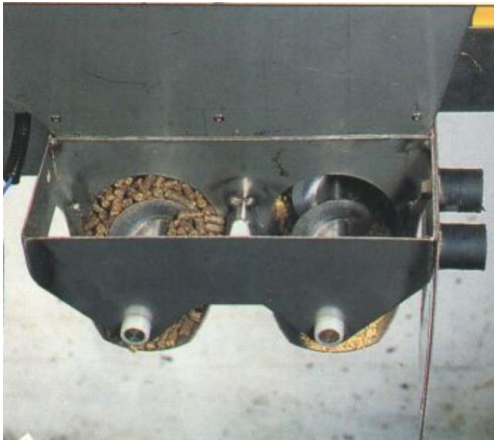
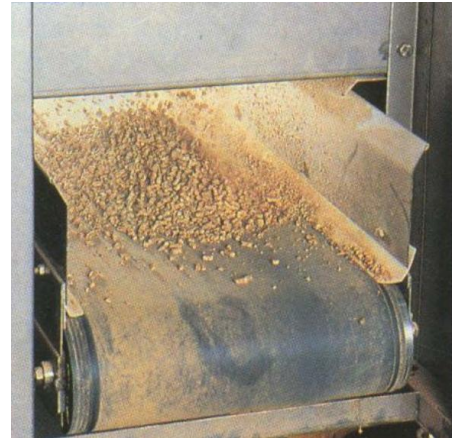


Рисунок 1.7 - Монорельсовий роздавальник комбікормів фірми «DeLaval»



а



б

Рисунок 1.8 - Дозуючий елемент монорейкового роздавальника (а) шнек, (б) стрічка

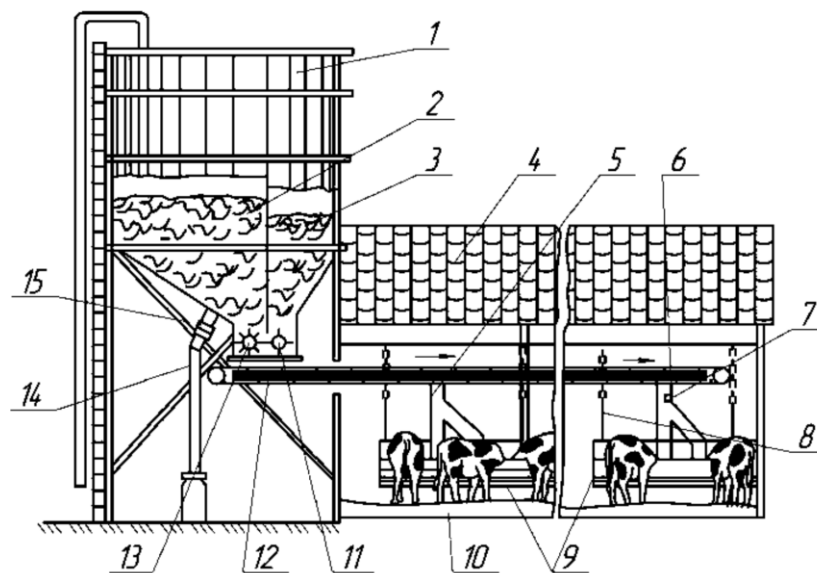


Рисунок 1.9 - Схема автоматичної лінії для комбікормів: 1 - зовнішній бункер; 2 - відсік для зерна; 3 - відсік для комбікорму; 4 - ферма; 5 і 6 - вікно над першою і другою годівницями; 7 - вимірювальний перетворювач тиску; 8 - підтримуючий ланцюг; 9 - годівниці; 10 - підстилка; 11 - дозатор комбікормів; 12 - скребковий транспортер; 13 - дозатор зерна; 14 - запасний рукав; 15 - заслінка

Автоматична лінія роздачі і видачі сухих кормів худобі м'ясного напрямку, спроектована фірмою «Роуландс Бразерс» (Англія), представлена на рис.

1.9. У нижній частині відсіку 3 розташований лопатевої дозатор 11 з чотирма лопатями. Співвідношення зерна і концентратів в кормовій суміші становить 6:1 відповідно. Змінні лопаті дозаторів дозволяють регулювати співвідношення компонентів, що змішуються від 1:1 до 100:1.

Підготовлена до згодовування кормова суміш надходить на гумову стрічку роздавача. Привід транспортера і дозатора приводиться в рух від одного електродвигуна потужністю 0,74 кВт. Наявність Г образного відведення дозволяє послідовно заповнювати годівниці: на початку ліва годівниця, потім, коли комбікорм досягне рівня другого відведення і надходить в нього, то заповнюється права годівниця, після цього електропривод лінії вимикає вимірвальний перетворювач тиску.

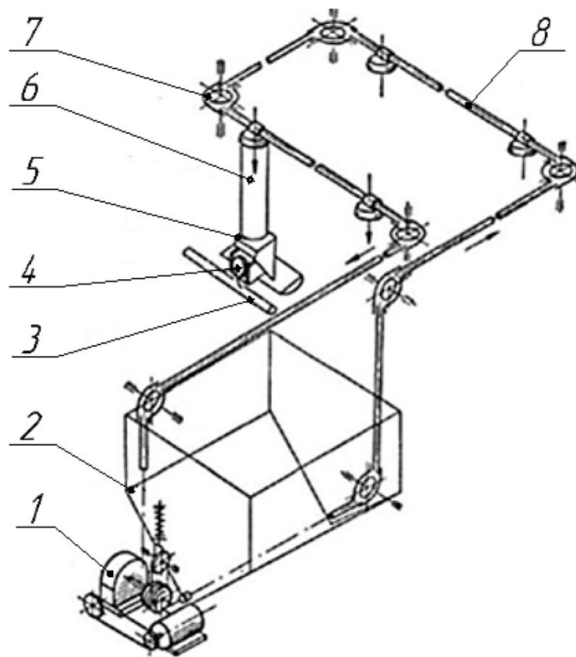


Рисунок 1.10 - Ланцюгово-шайбовий роздавач (живильник) сухих кормів: 1 - привід; 2 - завантажувальний бункер; 3 - вакуумпровід; 4 - пневмокамера; 5 - дозатор; 6 - накопичувач; 7 - поворотний блок; 8 - ланцюгово-шайбовий роздавач

При безприв'язному утриманні дійних корів годування комбікормами

здійснюється під час доїння, коли доїння відбувається на доїльній майданчику установок типу «Тандем», «Ялинка» або карусельного типу. До того ж у корів виробляється стимул для того, щоб слідувати в доїльний зал на доїння. В доїльних установках вітчизняного виробництва (УДА, УДТ, УДЕ) встановлено ланцюговий-шайбовий роздавач або його аналог - тросово-шайбовий (рис. 1.10) з шибєрним дозатором (рисунок 1.11), в якому важко домогтися індивідуального дозування комбікормів.

Процес роботи даного роздавача наступний: комбікорм подається в приймальний бункер 2, далі він переміщається тросово- або ланцюгово-шайбовим транспортером 8 до шибєрного дозатора 5, змонтованого на доїльному майданчику, які видають порцію комбікорму корові з урахуванням удою молока. Шибєр (заслінка) 2 (рисунок 1.11) здійснює зворотно-поступальні переміщення, створювані вакуумним насосом, пульсатором 4, мембраною 3 і поворотною пружиною 5. При відкритті заслінки 2 порція комбікорму надходить в годівницю. Після її закриття за рахунок тертя частина комбікорму зміщується, ті самим створює умови для видачі наступної дози корму.

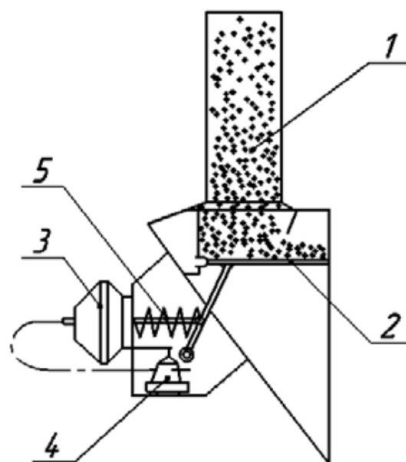


Рисунок 1.11 - Шибєрний дозатор доїльної установки УДА - 16: 1 - приймальний бункер; 2 - шибєр (заслінка); 3 - мембрана; 4 - пульсатор; 5 - поворотна пружина

Дозатор забезпечений храповим механізмом, що автоматично зупиняє дозатор при видачі певної кількості порцій корму (від 1 до 24). Кількість доз встановлюється оператором машинного доїння вручну. Даний дозатор має такі недоліки: при видачі комбікорму шиберам до вивантажувального вікна козирок дозатора заважає просуванню корму і розпушує його, а гладка поверхня шибера прослизає під комбікормом. Вагомий вплив на точність дозування надає властивий динамічний фактор, що виникає через поштовхи при зворотно-поступальному русі шибера.

Бокси для видачі комбікормів фірм «Gascoignemelot» (рис. 1.12) і «Westfalia» (рис. 1.13 і рис. 1.14) використовуються для годівлі корів при безприв'язному утриманні.

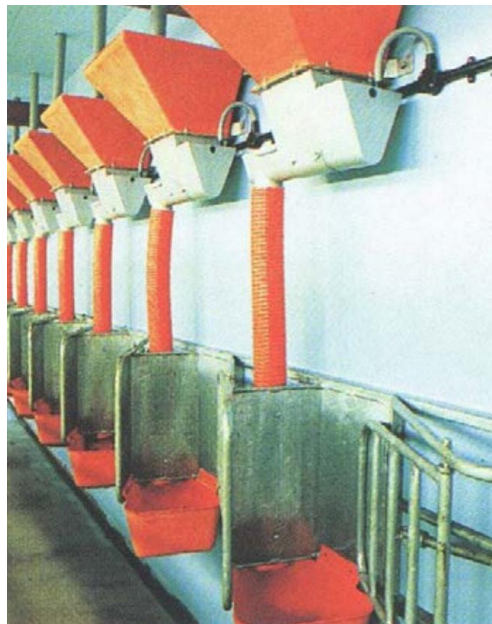


Рисунок 1.12 - Кормові бокси фірми «Gascoignemelot»

Фірма «Gascoignemelot» для видачі комбікорму випускає два види дозаторів концентрованих кормів: один з малою подачею комбікорму (10 г/сек), другий з великою подачею комбікорму (60 г/сек). Велика подача корму застосовується на фермах, де корови отримують майже всі концентровані корми в доїльному залі під час доїння.



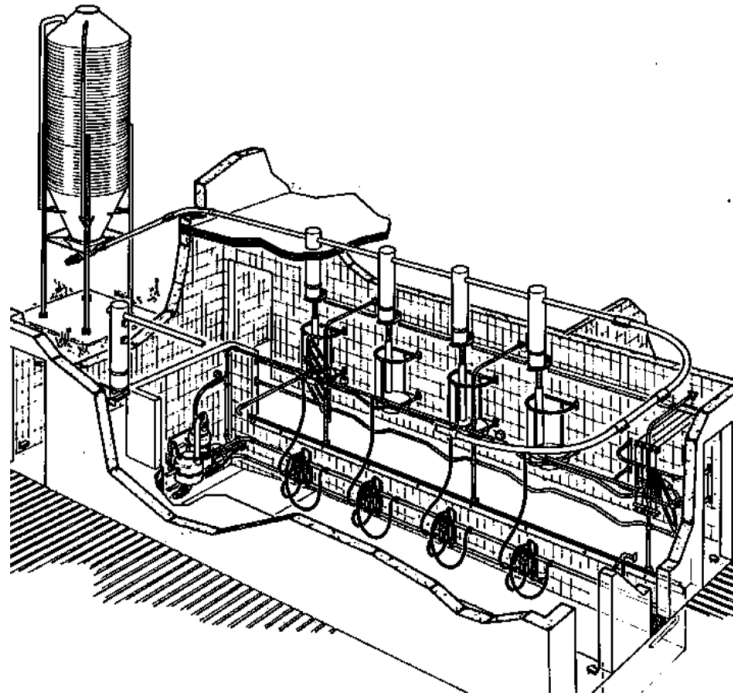


Рисунок 1.13 - Кормові бокси на доїльній майданчику фірми «Westfalia»

Автоматизація видачі комбікормом в системі дозування MR 2000 с використанням шнекового дозатора здійснюється блоком комп'ютерних програм Feeder 2. В доїльних установках фірми «Westfalia» є кормові автомати для індивідуальної видачі трьох різних видів концентрованих кормів, видача яких регулюється системою CODATRON Dairyplan (рисунок 1.15).



Рисунок 1.14 - Кормові бокси всередині ферми фірми «Westfalia»

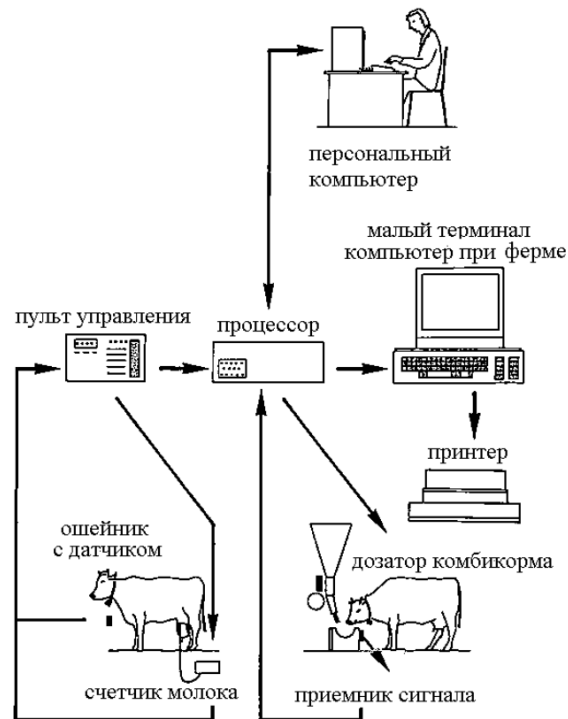


Рисунок 1.15 - Схема керування дозованою видачею комбікормів

Ці установки забезпечують процес доїння і індивідуальне годування дійних корів на фермі з поголів'ям до 5000. Всі корови мають індивідуальний електронний і порядковий номер (чіп). Для здійснення нормованої видачі комбікормів в зоні годівлі встановлені дозатори концентратів, підключені до керуючих елементів посередком ЕОМ (персонального комп'ютера).

Об'єм комбікорму, виданого корові, залежить від безлічі факторів, які враховані в програмі, таких як фаза лактації, удій, якість кормів, час року і ін. Фірмою Де Лаваль випускаються кормостанції (рисунок 1.16) для корів марок FSC40 і FSC400, призначені для індивідуальної годівлі точно відміреною кількістю концентрованих кормосумішей і мінеральних добавок.

Дана станція дозволяє видавати покладений раціон для кожної корови з урахуванням стадії лактації та надоїв, тварина здатна регулярно протягом дня отримувати невеликі порції концентратів відповідно до персональним планом годівлі. Станції годівлі підключаються до системи управління стадом або до процесора годівлі FP204X.



Рисунок 1.16 - Кормостанція фірми Де Лаваль

Компанією LELY DAIRY EQUIPMENT також випускаються аналоги кормових станцій, проте дана компанія випускає ще мобільні станції роздачі концентрованих кормів (рис. 1.17).



Малюнок 1.17 - Мобільна станція роздачі концентрованих кормів  
LelyCosmix M

Завдяки мобільній станції роздачі концентрованих кормів LelyCosmixM, що працює на сонячних батареях, корови на випасі додатково отримують цілодобовий доступ до концентрованих кормів.

Основною складовою частиною всіх вищевказаних кормороздавачів і систем роздачі концентрованих кормів є дозуючий орган (дозатор), який видає заданий об'єм або вагу корму тварині.

Розглянемо їх докладніше. Найбільш широке розповсюдження отримали об'ємні дозатори, рідше застосовуються вагові пристрої. Вагові системи дозування з тензометричними датчиками застосовуються в роздавачах фірми «Oswald», «SproutOlden», «Bulker», «Саймон Барон», «Toledo, та ін.

Плюсом кормороздавачів з ваговими системами дозування є висока точність дозування (відхилення від заданої норми становить 0,1% ... 2,5%), але висока вартість, обумовлена необхідністю мати підсилювачі і перетворювачі сигналів датчиків, апаратуру, що фіксує, присутність високотехнологічних пристроїв і мала надійність при експлуатації, роблять їх не так затребуваними.

### **1.3.2 Дозатори сухих концентрованих кормів для корів**

Дозатори безперервної дії. Тарілчасті або дискові дозатори (рисунки 1.19) в більшості випадків застосовують для дозування мінеральних речовин. В процесі роботи дозатора інгредієнти з приймального бункера 1 через вивантажний отвір потрапляють на плоску тарілку 2 дозатора і скидаються скребком 3 в направляючий козирок. Мінусами є велика залежність від фізико-механічних властивостей матеріалу і обмежена кутова швидкість обертання диска (тарілки).

Шнекові дозатори (рисунки 1.20) мають просту будову, здатні дозувати як сухі, так і вологі корми, надійні і невибагливі при експлуатації. Регулювання порції видачі корму регулюється частотою обертання шнека або шибєрними заслінками, при цьому ускладнюється привід.

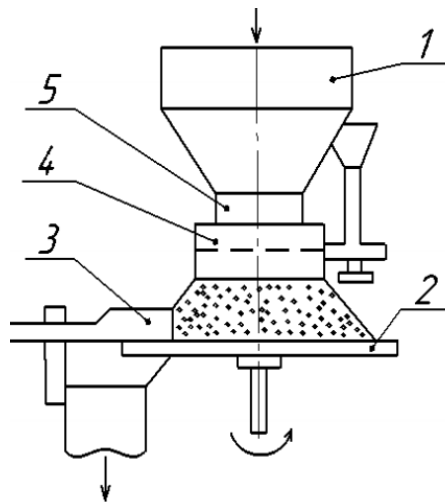


Рисунок 1.20 - Тарілчастий дозатор: 1 - бункер; 2 - тарілка; 3 - скребок; 4 і 5 - рухливий і нерухомий патрубки

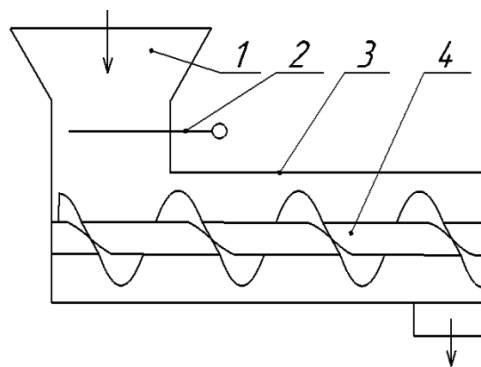


Рисунок 1.21 - Шнековий дозатор: 1 - бункер; 2 - заслінка; 3 - корпус; 4 - шнек

Стрічкові дозатори безперервної дії зустрічаються як масового, так і об'ємного типу (рисунок 1.21).

У дозаторів об'ємного типу бункер має засувку. Стрічковий транспортер розташований під вивантажним вікном бункера. При відкритті засувки корм з бункера безперервним потоком надходить на стрічковий і відводиться їм. Під стрічкою може встановлюватися датчик маси 4 з балансиrom 5, керуючим засувкою, в цьому випадку даний дозатор можна віднести до вагових дозаторів безперервної дії. У разі зміни маси комбікорму на стрічці 3 сигнал датчика 4

надходить на механізм приводу заслінки 2, який, пересуває її, забезпечуючи задану видачу корму. Висока енергоємність при частих зупинках стрічки пристрою і висока похибка дозування є основними недоліками.

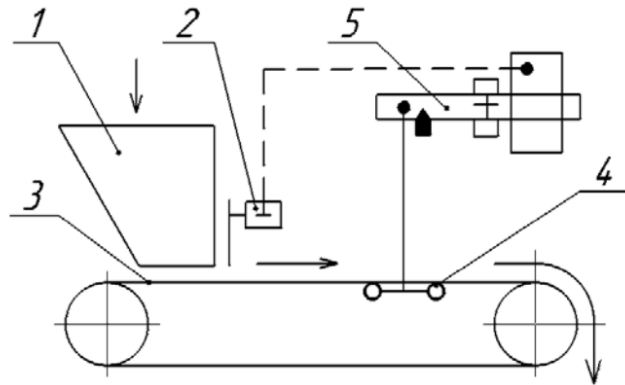


Рисунок 1.22 - Стрічковий дозатор: 1 - приймальний бункер; 2 - блок управління заслінкою; 3 - стрічка; 4 - датчик маси; 5 - балансір

Вібраційні дозатори (рисунок 1.23) мають робочий орган у вигляді коливається лотка 1, підвішеного на гнучких опорах 2.

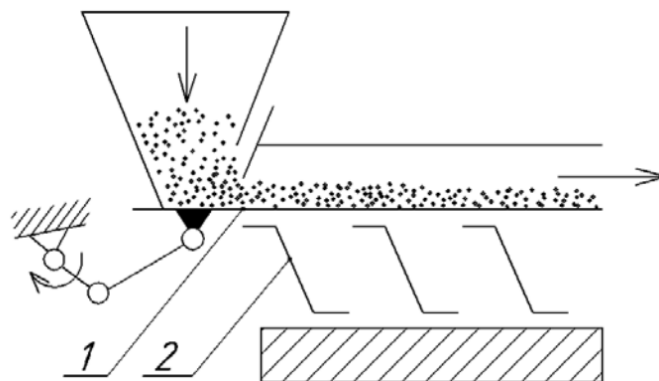


Рисунок 1.23 - Схема вібраційного дозатора: 1 - лоток, 2 - гнучка опора

При вібрації лотка сипучий матеріал переміщується в подовжньому напрямі. Їх конструкція проста і надійна, що не габаритна і не має обертових елементів.

Барабанні дозатори (рисунок 1.24) завжди забезпечують встановлену подачу корму при незмінній щільності дозованого комбікорму. Дозування матеріалу здійснюється наступним чином. Комбікорм, що проходить через завантажувальний вікно, захоплюється лопатами, рухається по корпусу і викидається через вивантажний отвір. Поверхня і перетин барабана підбираються з урахуванням фізико-механічних властивостей видається комбікорму і необхідної точності дозування. До недоліків барабанних дозаторів відносяться велика похибка дозування, складний привід, ступінчасте регулювання об'єму порції корму, котрий видається.

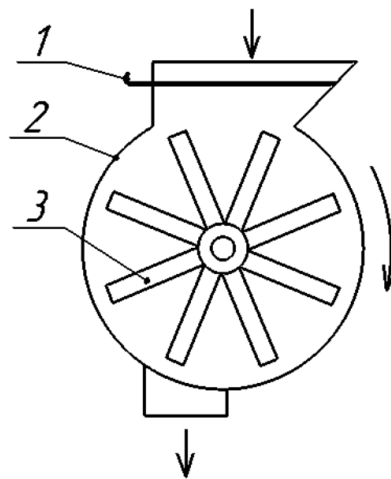


Рисунок 1.24 - Барабанний дозатор: 1 - заслінка;  
2 - корпус; 3 - лопатевої барабан

Спираючись на зоотехнічні вимоги для дозаторів, формуються параметри і вимоги, якими повинні володіти дозатори сухих кормів і матеріалів. Похибка дозування комбікормів одну голову на добу концентрованих кормів по зоотехнічним вимогам не повинна перевищувати  $\pm 5\%$  від норми видачі. Втрати комбікорму не повинні перевищувати 1%, безповоротні втрати не допускаються.

У всіх дозаторів спостерігається похибка дозування, яка не повинна виходити за встановлені рамки зоотехнічних вимог. Похибка дозування вказу-

ється в технічних характеристиках дозатора. Наприклад, похибка дозування шнекового дозатора ДК-10 становить  $\pm 5\%$ , тарілчастого -  $\pm 3\%$ , вагових дозаторів - менш  $\pm 1\%$ .

На підставі проведеного аналізу об'ємних дозаторів, можна сказати, що даний тип дозаторів може відповідати зоотехнічним вимогам при дозуванні комбікормів. Можна виділити дві основні групи параметрів, що впливають на точність дозування кормів:

1. Параметри, що залежать від фізико-механічних властивостей дозованих кормів (щільність, насипна маса, внутрішній динамічний опір зсуву, швидкість об'ємної деформації кормової маси, середній розмір частинок матеріалу і т. д.).

2. Параметри, що залежать від конструктивних, технологічних і кінематичних показників дозатора комбікормів (швидкість руху комбікорму і робочого органу, площі зрізу, вид і тип дозатора і т.

На підставі зоотехнічних вимог, якими обґрунтована необхідність дозування сухих концкормів, можна визначити основні вимоги, що пред'являються до дозуючих пристроїв. Дозатори комбікормів повинні:

- забезпечувати найменшу похибку дозування корму, величина якої, в свою чергу, не повинна перевищувати встановлені зоотехнічні норми;
- бути універсальними і забезпечувати дозування різних видів концентрованих кормів;
- забезпечувати швидке і просте регулювання видається дози комбікорму;
- зберігати точність дозування незалежно від зміни фізико-механічних властивостей корму;
- забезпечувати потоковість роботи;
- виключати втрати, розшарування корму на фракції і погіршення поживних якостей корму;
- мати низький рівень шуму під час роботи;
- легко очищатися від залишків корму;



- мати малий термін окупності;
- мати малу енергоємність і низькі витрати на експлуатацію та обслуговування;
- вписуватися в різні види корівників;
- мати низьку металоємність;
- бути автоматизованими.

#### **1.4 Висновки**

Великим числом дослідженнями і передовою практикою встановлено, що повноцінна і нормована годівля дійних корів є основою високоефективного отримання продукції і основою утримання тварин в хорошому фізіологічному стані. Кращі результати по продуктивності дійних корів отримані при індивідуальному дозуванні комбікормів.

Швидкість поїдання концентрованих кормів залежить від того, в якому вигляді вони задаються корові: 1 кг розсипного комбікорму споживається коровою за 3 хвилини, гранульованого - за 2 хвилини, рідкого корму - за 1 хвилину.

Аналіз відомих конструкцій і технологічних схем дозованої роздачі комбікормів показав, що найбільш перспективними з зоотехнічної та економічної точки зору є об'ємні дозатори.

Використовувані на молочно товарних фермах і комплексах дозатори для видачі концентрованих кормів дійним коровам не в повній мірі задовольняють зростим зоотехнічним і техніко-економічним вимогам до якості дозування і роздачі комбікормів.

## **2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СПІРАЛЬНОГО ДОЗАТОРА СИПКИХ КОРМІВ**

### **2.1 Обґрунтування і опис конструктивно-технологічної схеми дозатора**

Класифікація та аналіз відомих технічних засобів дозованої роздачі сухих концентрованих кормів показали, що зоотехнічним і техніко-економічним вимогам найбільшою мірою відповідають дозатори, які можливо застосовувати як на кормових станціях або на доїльних майданчиках, так при годуванні дійних корів в стійлах з використанням роздавачів обмеженої мобільності.

На підставі прийнятого або існуючого способу утримання дійних корів компоновальна схема дозатора повинна забезпечувати доступ тварин до годівниці, мати вільний доступ до всіх вузлів і деталей при обслуговуванні, ремонті, мийці і дезінфекції. З метою зниження трудових витрат необхідно, щоб процес дозування здійснювався в автоматичному режимі.

Дозатори концентрованих кормів є основними елементами роздавачів даних кормів. Якісне дозування комбікормів сприяє високоефективного виробництва молока. Аналіз досліджень щодо дозування концентрованих кормів дозволяє сказати, що найбільш простими і перспективними для широкого застосування є шнекові дозатори і їх окремих випадок спірально-гвинтові дозатори (СГД). Незважаючи на велике різноманіття конструкцій СГД, в будь-який з них можна виділити наступні основні структурно-конструктивні елементи: приймальний бункер, завантажувальний вікно (горловина), привід, циліндричний корпус (кожух), гвинтова спіраль, вивантажний вікно (горловина), механізм регулювання норми видачі матеріалу.

Приймальний бункер служить для прийому і накопичення комбікорму, необхідного для дозованої роздачі і згодовування тваринам. Гвинтова спіраль служить для забору корму з бункера через завантажувальну горловину і його транспортування всередині циліндричного кожуха до вивантажної горловини.

Вивантажна горловина призначена для спрямованої видачі комбікорму в годівницю, в разі необхідності може доповнюватися напрямних жолобом. Поєднання цих найважливіших елементів в дозаторах та їх конструкція обумовлюються фізико-механічними властивостями кормів: об'ємною масою, гранулометричним складом, вологістю, кутом природного укосу і обвалення та ін.

На підставі вищевикладеного, нами розроблена конструктивно-технологічна схема дозатора корму. Пропонований спіраль-гвинтовий дозатор (рис. 2.1) складається з циліндричного корпусу 1 з завантажувальною 2 і розвантажувальною 3 горловинами, в якому розміщена гвинтова спіраль 4, що в обертання приводом 5.

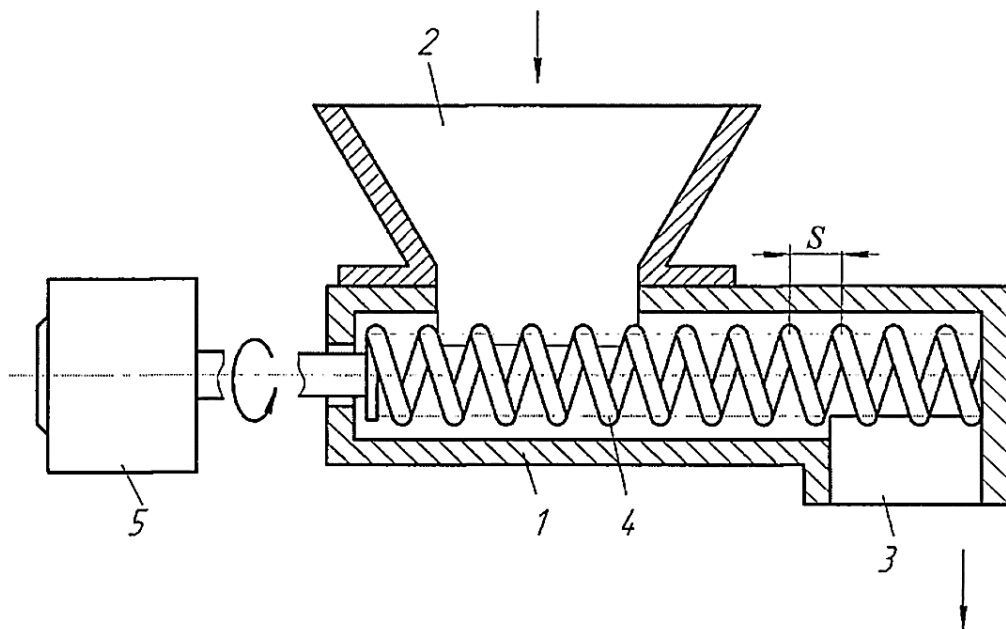


Рисунок 2.1 - Конструктивно-технологічна схема експериментального дозатора: 1 - циліндричний кожух; 2 - завантажувальний бункер; 3 - вивантажувальна горловина; 4 - гвинтова спіраль; 5 -привід

Процес роботи дозатора наступний: комбікорм з бункера 2 під дією сили тяжіння надходить в циліндричний кожух 1, де під дією обертається спіралі 4, що приводиться в обертання приводом 5, транспортується до вивантажувального вікна 3.

## **2.2 Теоретичне обґрунтування конструктивних параметрів спіраль-гвинтового дозатора**

Робочий процес спіраль-гвинтового дозатора складається з процесу витікання матеріалу з бункера дозатора і заповнення межвиткового простору, транспортування по циліндричному кожусі за допомогою спіралі і процесу розвантаження, тобто виведення матеріалу з кожуха.

### **2.2.1 Процес витікання сипкого матеріалу з бункера і заповнення межвиткового простору спіралі**

Спорожнення бункера і заповнення забірної частини гвинтової спіралі СГД комбікормом здійснюється безперервним потоком в результаті дії сили тяжіння. Тому для опису процесу заповнення межвиткового простору гвинтової спіралі комбікормом допустимо застосувати теорію суцільних середовищ. На підставі цієї теорії варто зробити вихідні передумови і припущення:

1. Прийmemo в якості моделі сипкого середовища - тіло, що складається з повністю твердих і однакових за розмірами елементів, що знаходяться в щільному контакті. Об'єм окремо взятого елемента частки мізерно малий у порівнянні із загальним об'ємом дозованого матеріалу. Дане припущення дозволяє вважати матеріал в бункері суцільним середовищем, до якого можна застосувати поняття напруження, аналогічне тому ж поняттю в механіці суцільних середовищ. Варто відзначити, при використанні великих бункерів, тиск всередині матеріалу досягає значних показників, і щільність сипкого середовища наближається до щільності складових її елементів.

2. В ході руху матеріалу його насипна щільність залишається незмінною. На початку витікання сипкого продукту з отвору бункера частина опори всередині бункера втрачається, наслідком чого є зміна тиску всередині матеріалу. В результаті розпушення насипна щільність знижується, наближаючись до мінімальної величини. В процесі закінчення продукт може або розширюватися, або стискатися залежно від вихідної щільності упаковки відповідно до тиску, що діє на окремі його елементи. Приймемо, що при безперервному і безперешкодному закінченні продукту його насипна щільність залишається майже незмінною.

3. Механічні властивості сипкого продукту в різних напрямках однакові. Рух елементів сипкого продукту характеризується їх структурною деформацією. Порушення рівноваги супроводжується виникненням напружень і їх перерозподілом.

Є гіпотеза динамічного саморуйнування зависання, яка полягає в тому, власне, що при закінченні сипкого продукту бункера, над його вивантажним отвором, виходить особлива структура - динамічне склепіння, що швидко руйнується. Частинки, які пройшли через динамічне склепіння продукту, потрапляють в отвір відповідно до закону всесвітнього тяжіння.

Відповідно до даної теорії швидкість витікання продукту залежить від висоти склепіння і ні як не залежить від висоти стовпа продукту, що знаходиться в бункері. Динамічне склепіння експериментами не підтверджений, а гіпотеза має необґрунтований характер. На першому етапі матеріал розглядається як суцільне сипке середовище, здатне заповнювати об'єм посудини, витікати з нього подібно рідини і т.п. Однак диференціальне рівняння руху суцільного середовища містить невідомий змінний коефіцієнт - невідому функцію, що не дозволяє проінтегрувати функцію. Ця невідома функція для суцільного середовища, що характеризує силові (розпірні) властивості матеріалу, може бути визначена на основі її дисперсності.

Прийнято розділяти усталене витікання продукту на нормальне і гідравлічне. Витікання з бункера має складний характер. Заповнення забірної частини кожуха зі спіраллю відбувається під дією сил тяжіння зі швидкістю  $v$ .

В результаті приймаємо припущення, що коефіцієнт ущільнення продукту в забірної частини СГД залишається незмінним. У майбутніх розрахунках будемо використовувати тільки усереднену швидкість витікання продукту. Для нормальної роботи спірально-гвинтового дозатора (СГД) необхідно, щоб пропускна здатність завантажувальної горловини бункера дозатора перевищувала транспортуючу здатність (подачу) гвинтової спіралі або дорівнювала їй.

Подача продукту з бункера здійснюється через отвір завантажувального горловини. Кінець спіралі на ділянці, рівній довжині цього вікна, захоплює частинки продукту і переміщує їх в кожух. Ширину вікна  $h$  зазвичай приймають  $0,6 \dots 0,8$  діаметра циліндричного кожуха  $D$ , а довжину завантажувального вікна  $l_0 = (1,5-2,5)s$ , де  $s$  - крок спіралі (рисунок 2.2).

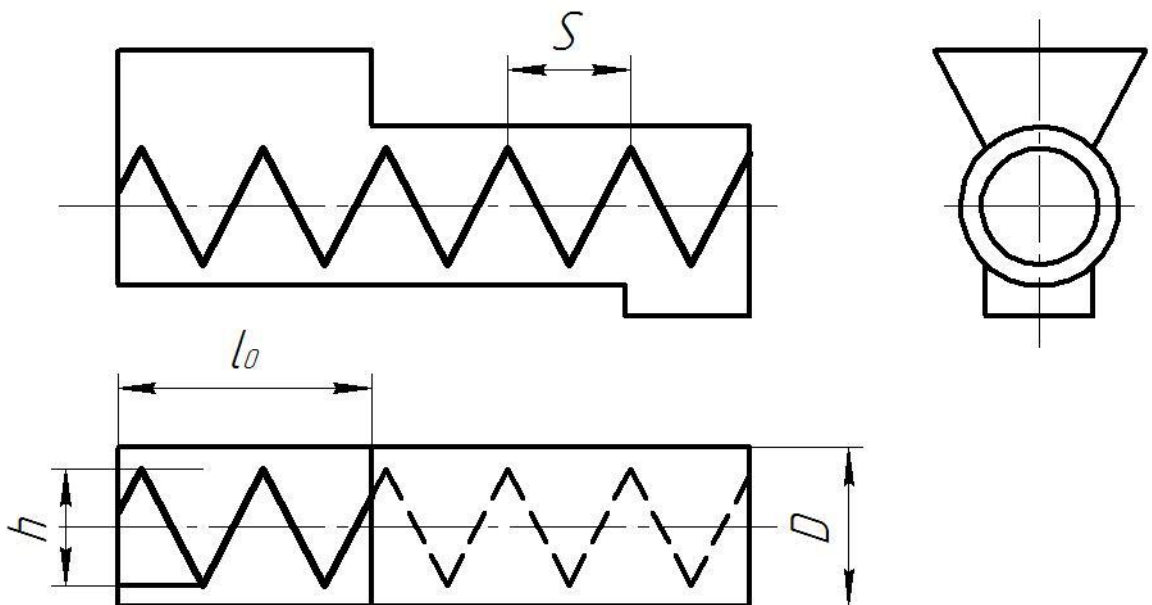


Рисунок 2.2 - Схема спірального дозатора

Встановлено, що відхилення довжини завантажувального вікна від оптимального значення викликає зростання споживаної потужності, знижується

коефіцієнт заповнення межвиткового простору і як наслідок подача  $Q_d$  дозатора. До того ж тут не враховано вплив частоти обертання спіралі на довжину завантажувального вікна.

Теоретично визначимо оптимальну величину  $l_0$  в залежності від частоти обертання спіралі  $n$ , діаметра кожуха  $D$  і кроку спіралі  $s$ . Як ми вже відзначили раніше, нормальна робота СГД досягається при дотриманні наступного співвідношення:

$$Q_0 \geq Q_d, \quad (2.1)$$

де  $Q_0$  - подача або пропускна здатність вивантажувального отвору бункера, дорівнює

$$Q_0 = \mu \cdot \gamma \cdot g \cdot v \cdot F_0, \quad (2.2)$$

де  $\mu$  - загальний коефіцієнт витрати сипучого матеріалу;

$\gamma$  - насипна маса матеріалу,  $\text{кг/м}^3$ ;

$v$  - швидкість витікання дозованого матеріалу,  $\text{м/с}$ ;

$F_0$  - площа вихідного отвору завантажувальної горловини,  $\text{м}^2$ .

Загальний коефіцієнт витрати матеріалу може бути знайдений з виразу

$$\mu = \sqrt{2} \lambda \cdot \lambda_1 / 3, \quad (2.3)$$

де  $\lambda$  і  $\lambda_1$  - коефіцієнти витрати, що залежать від насипної маси, розміру часток, що дозується продукту і радіусу вивантажувальної горловини].

Швидкість витікання сипучого матеріалу з завантажувального вікна визначають за формулою:

$$v = \sqrt{\frac{gR_{\Gamma}}{f}}, \quad (2.4)$$

де  $R_{\Gamma}$  - гідравлічний радіус вхідного прямокутного отвору завантажувальної горловини, м;

$f$  - коефіцієнт внутрішнього тертя.

Гідравлічний радіус  $R_{\Gamma}$  можна визначається з формули,

$$R_{\Gamma} = \frac{F_0}{L}, \quad (2.5)$$

де  $L$  - периметр отвору завантажувального вікна, м.

Прийнявши, що ширина завантажувального горловини дорівнює  $0,8D$ , отримаємо

$$R_{\Gamma} = \frac{0,4 \cdot D \cdot l_o}{0,8 \cdot D + l_o} \quad (2.6)$$

Подача СГД знаходиться з виразу [6]:

$$Q_d = \frac{\pi D^2 s \cdot n \cdot \psi \cdot \gamma \cdot k_v}{240}, \quad (2.7)$$

де  $\psi$  і  $k_v$  - коефіцієнти заповнення і швидкості.

Прирівнявши вирази (2.2) і (2.7), отримаємо

$$\gamma \cdot g \cdot \mu \cdot v \cdot F_0 = \frac{\pi D^2 s \cdot n \cdot \psi \cdot \gamma \cdot k_v}{240}. \quad (2.8)$$



Підставивши значення (2.6) в формулу (2.4) і висловивши крок спіралі через діаметр, тобто  $s=c \cdot D$  ( $c$  - відношення кроку до діаметру), рівність (2.8) після зведення в квадрат прийме наступний вигляд:

$$\frac{1,28 \cdot l_o^2}{9} \cdot \frac{0,8 \cdot l_o \cdot g}{f(0,8 \cdot D + l_o)} = \frac{\pi D^2 c D n}{4 \cdot 60} \psi \cdot k_v. \quad (2.9)$$

Після математичних перетворень дане рівняння (2.9) щодо  $l_o$  прийме наступний вигляд:

$$g \cdot l_o^3 = 15 \cdot 10^{-4} (0,8D + l_o) \cdot (c \cdot n \cdot \psi \cdot k_v)^2 \cdot D^2 \cdot f. \quad (2.10)$$

Рішення даного кубічного рівняння щодо  $l_o$  дозволяє розрахувати необхідну довжину завантажувального вікна при конкретних параметрах СГД.

На рис. 2.3 відображена залежність відношення довжини завантажувального вікна до діаметру кожуха від частоти обертання спіралі для трьох значень її кроку.

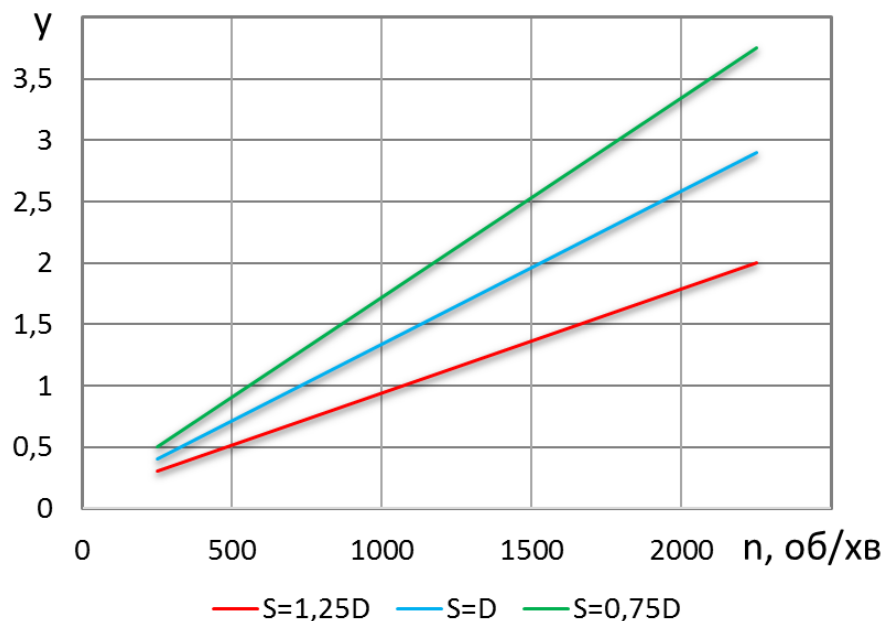


Рисунок 2.3 - Зміна відношення довжини завантажувального вікна до діаметру кожуха  $y = l_0/D$  в залежності від частоти обертання спіралі для різних значень кроку  $S = 0,75D$ ,  $S = D$ ,  $S = 1,25D$

На рис. 2.4 відображена залежність зміни відношення довжини завантажувального вікна до кроку гвинтової спіралі від її частоти обертання для трьох різних її кроків.

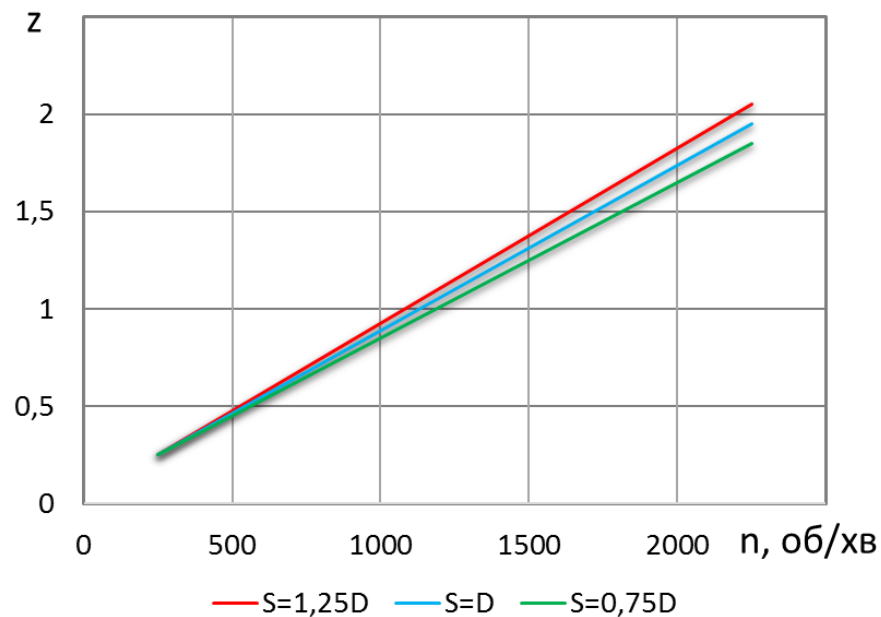


Рисунок 2.4 - Зміна відношення довжини завантажувального вікна до кроку спіралі  $z = l_0/S$  в залежності від частоти обертання спіралі для різних значень її кроку  $S = 0,75D$ ,  $S = D$ ,  $S = 1,25D$

За графіками на рисунку 2.4 для різних значень кроку залежність (2.10) можна апроксимувати єдиною формулою:

$$l_0 = (1,37 \cdot 10^{-3}n - 0,05) \cdot s. \quad (2.11)$$

Цей вираз дозволить визначати необхідну довжину завантажувального вікна для конкретного спірального-гвинтового дозатора без складних математи-

чних обчислень, в яких треба знати значення присутніх в них коефіцієнтів, з точністю, достатньою для практичного застосування.

### 2.2.2 Залежність подачі спірального транспортера від кутової швидкості спіралі

Теоретичну подачу спірально-гвинтового транспортера для сухих кормів В.І. Третьяков рекомендує визначати за формулою

$$Q = \frac{\pi D^2 s \cdot n \cdot \psi \cdot \gamma \cdot k_v}{240} = \pi D^2 v_{cp} \psi \gamma k_v = \pi D^2 \omega r \sin \alpha \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}}{n} \psi \gamma, \quad (2.12)$$

де  $D$  - діаметр кожуха;

$\alpha$  - кут нахилу гвинтової лінії спіралі;

$\omega$  - кутова швидкість гвинтовий спіралі;

$r$  - радіус витка спіралі;

$\psi$  - коефіцієнт наповнення;

$\gamma$  - насипна маса корму;

$\beta = 90^\circ - (\alpha + \varphi)$

$\varphi$  - кут тертя продукту по гвинтовій поверхні пружини, град.

Як видно з формули (2.12), подача спірально-гвинтового транспортера при незмінних інших параметрах, що впливають на неї, знаходиться в прямо пропорційній залежності від кутової швидкості спіралі. Тобто теоретична подача горизонтального спірально-гвинтового транспортера і осьова швидкість корму в функції від кутової швидкості спіралі можуть бути виражені залежностями

$$Q_{cp} = a_2 \omega, \quad (2.13)$$

$$v_{cp} = a_1 \omega. \quad (2.14)$$

де  $a_1, a_2$  - кутовий коефіцієнт.

Кутовий коефіцієнт може бути визначений для заданих параметрів спірально-гвинтового транспортера за способом найменших квадратів. Для  $D_K = 0,04$  м,  $\alpha = 20^\circ$   $\varphi = 56^\circ$  залежність швидкості корму від кутової швидкості спіралі описується рівнянням

$$v_{ZMcp} = 0,0029 \cdot \omega \quad (2.15)$$

і представлена на рис. 2.5 в досліджуваних межах  $\omega = 0..100$  рад/с.

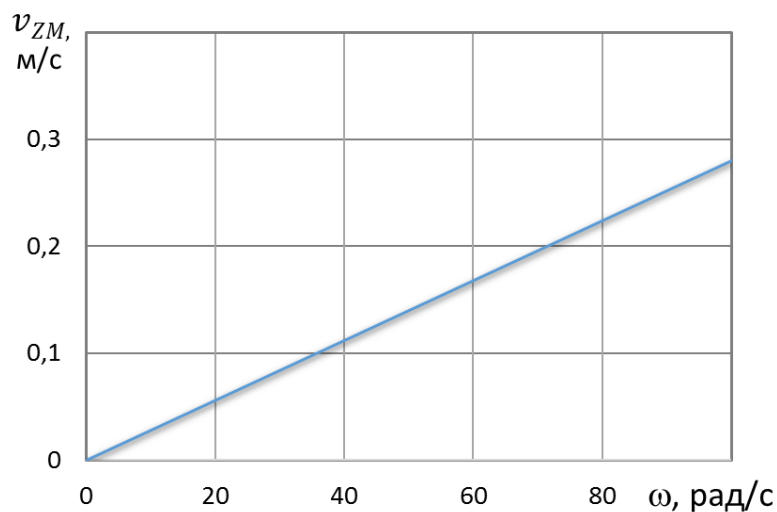


Рисунок 2.5 - Залежність середньої осьової швидкості корму  $v_{ZMcp}$  від кутової швидкості спіралі  $\omega$

Однак численними дослідженнями встановлено, що залежність  $Q = f(\omega)$  має параболічний характер. Це пояснюється тим, що при збільшенні кутової швидкості спіралі і, отже, кутової швидкості корму, що знаходиться в межвит-

ковому просторі в забірній камері транспортера, збільшуються відцентрові сили інерції, які протидіють витіканню корму в завантажувальному отворі. Отже, збільшення кутової швидкості спіралі призводить до зменшення коефіцієнта наповнення СГД. При підвищенні кутової швидкості спіралі ускладнюється забір корму в забірній частині, а всередині кожуха поступальний рух корму. При досягненні певної критичної кутової швидкості спіралі сипкий корм розподіляється дотичним по всьому колу до кожуха циліндричним шаром і, в силу своєї безперервності, рухається з постійною швидкістю (осьовою і кутовою), внаслідок чого на частинки корму діє (на рівних радіусах) відцентрова сила інерції постійної величини.

Умовою утворення суцільного циліндричного сипкого тіла є (рис. 2.6):

$$P_{ц} \leq mg, \quad (2.16)$$

де  $P_{ц}$ - відцентрова сила, Н;

$m$  - маса тіла, кг;

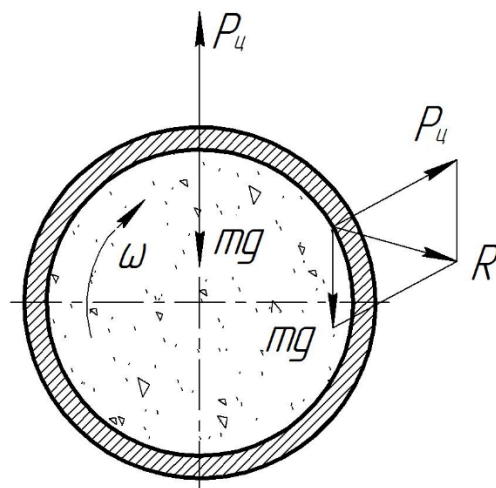


Рисунок 2.6 - Схема до визначення критичної кутової швидкості спіралі

Легко переконатися, що якщо частинки корму не будуть випадати з сипкого тіла в крайній верхній точці, то випадання частинок неможливо у всіх інших точках. Відцентрову силу можна визначити з виразу

$$P_{ц} = \frac{m\omega^2 r \sin^2 \alpha}{\sin^2(\alpha + \beta)} \cos^2 \beta. \quad (2.17)$$

Підставивши вираз (2.17) в (2.16), маємо

$$\frac{\omega^2 r \sin^2 \alpha \cos^2 \beta}{\sin^2(\alpha + \beta)} \leq g \Rightarrow \omega_{кр} \leq \sqrt{\frac{g}{r}} \cdot \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha \cdot \cos \beta}. \quad (2.18)$$

Мінімальна кутова швидкість спіралі, при якій створюється безперервне сипке тіло кільцеподібної форми, зменшується зі збільшенням діаметра спіралі (кожуха транспортера), а також кроку спіралі. Величина  $\omega_{кр}$  показує критичну кутову швидкість спіралі, при якій стає важким гравітаційне (самопливне) заповнення транспортера сипким кормом.

З подальшим збільшенням кутової швидкості спіралі зменшується коефіцієнт наповнення транспортера і тому збільшення подачі не відбувається. Таким чином, величина  $\omega = \omega_{кр}$  є критичною, вище якої збільшення кутової швидкості спіралі з точки зору подачі при гравітаційному завантаженні недоцільно.

### 2.2.3 Подача спірального дозатора при дискретному дозуванні

Більшість дослідників розглядають робочий процес спірально-гвинтового дозатора (СГД) як безперервну подачу матеріалу. При цьому подача (продуктивність) СГД виражається наступною загальною формулою:

$$Q = \frac{V \cdot v_0}{s}, \quad (2.19)$$

де  $V$  - об'єм продукту,  $\text{м}^3$ ;

$v_0$  - осьова швидкість руху частинок,  $\text{м/с}$ ;

П.А. Преображенський пропонує цю залежність представити в наступному вигляді

$$Q = k_{\text{п}} F_{\text{к}} v_{\text{с}} \gamma_0, \quad (2.20)$$

де  $k_{\text{п}}$  - коефіцієнт продуктивності;

$F_{\text{к}}$  - робоча площа поперечного перерізу кожуха,  $\text{м}^2$ ;

$v_{\text{с}}$  - середня осьова швидкість матеріалу,  $\text{м/с}$ ;

$\gamma_0$  - об'ємний (насипний) вага матеріалу,  $\text{т/м}^3$ .

Визначивши значення складових у формулі (2.20), можна її уявити у вигляді

$$Q = 450 \frac{\omega \pi d^2}{D} \left( D^2 - \frac{d_{\text{пп}}^2}{\sin \alpha} \right) \frac{\sin \alpha_p \cdot \sin \beta_{\text{сп}}}{\sin(\alpha_p + \beta_{\text{сп}})} \cdot \gamma_0, \quad (2.21)$$

де  $d_{\text{пп}}$  - діаметр дроту спіралі,  $\text{м}$ ;

$\alpha_p$  - розрахунковий (робочий) кут підйому гвинтової лінії осі дроту спіралі,  $\text{град.}$ ;

$$\beta_{\text{сп}} = 90^\circ - (\alpha_p + \varphi).$$

Після невеликих перетворень вона приймає наступний вигляд

$$Q = 150 \frac{n d^2}{D} \left( D^2 - \frac{d_{\text{пп}}^2}{\sin \alpha} \right) \frac{\sin \alpha_p \cdot \cos(\alpha_p + \beta_{\text{сп}})}{\cos \alpha_p} \cdot \gamma_0. \quad (2.22)$$

Розглядаючи процес транспортування сухих концентрованих кормів спірално-гвинтовим транспортером, що має кілька ділянок розвантаження отримав такий вираз для визначення його подачі:

$$Q = \frac{\pi}{4} \left( D^2 - \frac{d_{\text{пп}}^2}{\sin \alpha} \right) v_{\text{ЗМср}} \psi \gamma_0 = \frac{\pi}{4} \left( D^2 - \frac{d_{\text{пп}}^2}{\sin \alpha} \right) \omega r \sin \alpha \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha+\beta)}}{n} \psi \gamma_0. \quad (2.23)$$

У представлених формулах більшість зазначених параметрів є конструкційними і з використанням СГД вони залишаються незмінні, тим самим не впливають на точність формування дози. Однак частота обертання спіралі - відносний фактор, який може змінюватися з плином часу, допустимо, при зміні напруги в мережі живлення або збільшенні навантаження на спіраль при зміні фізико-механічних властивостей матеріалу, що призводить до похибки при видачі дози.

Для виключення даного чинника ми пропонуємо здійснювати дозування сипких матеріалів спірально-гвинтовим дозатором також по числу повних обертів його спіралі, причому в кінці видачі дози спіраль завжди зупиняється в строго певному положенні. Для настройки дозатора на видачу певної кількості корму необхідно знати подачу СГД за один оберт.

#### 2.2.4 Робочий об'єм дозатора в окремих випадках

Розглянемо процес руху комбікорму в кожусі спірально-гвинтового дозатора. Об'єм матеріалу, який подається як один оборот спіралі, знаходять за загальноприйнятим виразом:

$$V = \pi r^2 s (1 - \sqrt{1 - \psi}) \ln \operatorname{ctg} \frac{\alpha + \varphi}{2} \text{ м}^3, \quad (2.24)$$

Однак цей вираз вірний лише для ідеального (лінійного) руху матеріалу в кожусі.

Розглянемо кілька варіантів нелінійного руху матеріалу.



Якщо зазор між спіраллю і кожухом буде значно перевищувати розміри частинок переміщуваного матеріалу, то порція, що видається за один оберт, в поздовжньому перерізі матиме трапецеїдальну форму (рис. 2.7).

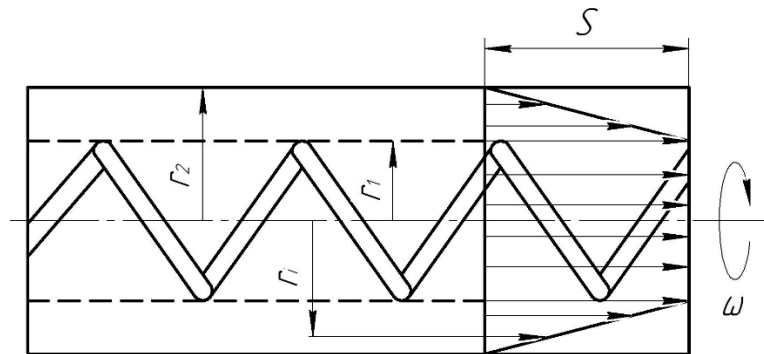


Рисунок 2.7 - Схема руху матеріалу в спірално-гвинтовому дозаторі і розподіл відносних об'ємів для низькооборотної спіралі

На ділянці « $r_1-r_2$ » розподіл руху шару матеріалу в залежності від радіуса запишеться у вигляді:

$$s_i = \frac{s(r_i - r_2)}{(r_1 - r_2)}, \quad (2.25)$$

де  $r_i$  -  $i$ -ий радіус руху матеріалу;

$r_1$  - зовнішній діаметр спіралі;

$r_2$  - внутрішній радіус кожуха.

Висловивши елементарну витрату корму через нескінченно малу площу  $ds$ , можна написати:

$$dV = s_i ds, \quad (2.26)$$

де  $s_i$  - функція радіуса, яка визначається виразом (2.26);

$d_s$  - площа кільцеподібної форми радіусом  $r$  і відповідно товщиною  $d_r$ .

Далі інтегруючи цей вислів по всій площі поперечного перерізу від  $r_0$  до  $r_2$ , отримаємо формулу для розрахунку об'єму порції, яка видається спіраллю за один оберт:

$$V = 2\pi \int_0^{r_2} s_i(r)rdr = 2\pi s \left[ \int_0^{r_1} rdr + \frac{1}{r_1 - r_2} \int_{r_1}^{r_2} (r - r_2)rdr \right]. \quad (2.27)$$

Після обчислення інтеграла формула набуде вигляду:

$$V = \frac{\pi s}{3} (r_2^2 + r_2 \cdot r_1 + r_1^2). \quad (2.28)$$

Істотний інтерес представляє розгляд різних варіантів розподілу відносного переміщення матеріалу в поперечному перерізі спіралей з урахуванням активного руху несипучих продукту тільки всередині спіралі, так як в ході візуальних спостережень виявлено, що при використанні спіралей з невеликим діаметром під впливом імпульсів з боку її витоків і гравітаційних сил комбікорм всередині неї також просувається до вивантажувального вікна. Але при збільшенні діаметру спіралі розподіл швидкостей в поперечному перерізі кожуха істотно зміниться, а в центрі гвинтовий спіралі відбувається виникнення так званої «мертвої зони» в формі стрижня, утвореного із комбікорму. У практичному плані рівність внутрішнього радіусу кожуха з зовнішнім радіусом спіралі виключає можливість виникнення активного шару.

Таким чином, якщо діаметр спіралі значно більше середнього розміру часток комбікорми, то розподіл матеріалу в поперечному перерізі спіралі відбувається згідно з рис. 2.8. Згідно з розподілом переміщуваного об'єму в поперечному перерізі кожуха, на ділянці « $r_1 - r_2$ »  $s_1 = s = \text{const}$ , а на ділянці « $0 - r_1$ » рі-

вняння прямої CD з координатами C ( $s; r_1$ ), D ( $k_s; 0$ ) знаходиться з рівняння прямої, що проходить через дві точки.

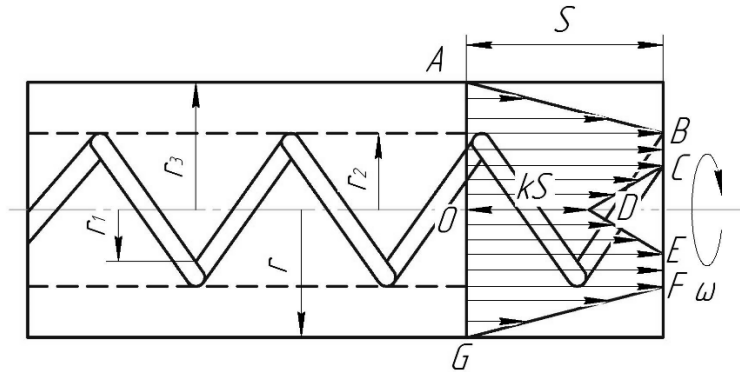


Рисунок 2.8 - Розподіл матеріалу в поперечному перерізі спірального дозатора

Так як  $x=s_i$ , а  $y = r$ , то співвідношення можна написати:

$$\frac{s_i - ks}{s - ks} = \frac{r}{r_1}. \quad (2.29)$$

Зі співвідношення товщини матеріалу (2.29) на ділянці «0 -  $r_1$ » рівняння прямої CD має вигляд:

$$s_{iCD} = \frac{s}{r_1} [r(1 - k) + r_1 k], \quad (2.30)$$

де  $k$  - коефіцієнт, що враховує зменшення об'єму переміщення комбікору в поперечному перерізі спіралі.

На ділянці « $r_2 - r_3$ » співвідношення товщини шару з урахуванням координат A ( $0; r_3$ ), B ( $s; r_2$ ) має вигляд:

$$\frac{s_i - 0}{s - 0} = \frac{r - r_3}{r_2 - r_3}, \quad (2.31)$$

звідси

$$s_{iAB} = s \frac{r - r_3}{r_2 - r_3}. \quad (2.32)$$

Обсяг дози, яка видається за один оберт, знайдемо шляхом інтегрування по зазначеним трьом ділянкам і подальшого перетворення:

$$V = \frac{\pi s}{3} [(r_3^2 + r_3 \cdot r_2 + r_2^2) - (1 - k)r_1^2]. \quad (2.33)$$

Слід зазначити, що дані формули застосовні тільки в тому випадку, якщо коефіцієнт заповнення межвиткового простору буде дорівнювати одиниці, а це забезпечується відповідною довжиною завантажувального вікна (вираз (2.10)) і формою завантажувального бункера.

### 2.3 Розрахунок потужності на привід дозатора

Споживану потужність (N, кВт) приводу горизонтального і нахилоного до 20° до горизонту спірально-гвинтового дозатора обчислюють за формулою

$$N = \frac{Q}{367 \cdot \eta} (L_{\pi} \cdot w + H) K_1, \quad (2.34)$$

де  $\eta$  - ККД приводу;

$L_{\pi}$  - горизонтальна складова переміщення матеріалу, м;

$H$  - висота транспортування матеріалу, м;

$w$  - коефіцієнт опору транспортування вантажу в корпусі дозатора (для комбікормів  $w = 1,2$ , мінеральних добавок  $w = 2,5$ , кускових матеріалів  $w = 4$ );

$K_1$  - коефіцієнт, що враховує втрати на тертя в підшипниках ( $K_1 = 1,2 \dots 1,7$ ).

Для дозаторів з кутом нахилу до горизонту від  $20$  до  $45^\circ$  потрібну потужність ( $N$ , кВт) визначають з урахуванням поправочного коефіцієнта  $K_2$ :

$$N = \frac{Q}{367 \cdot \eta} (L_{\text{п}} \cdot w + H) K_1 K_2. \quad (2.35)$$

Значення поправочного коефіцієнта  $K_2$  наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Значення поправочного коефіцієнта  $K_2$

Кут нахилу дозатора $\beta$ , град	25	30	35	40	45
Поправочний коефіцієнт $K_2$	1,05	1,13	1,2	1,32	1,4

Необхідна потужність двигуна

$$N_{\text{дв}} = K_{\text{п}} \frac{N}{\eta_{\text{пер}}}, \quad (2.36)$$

де  $\eta_{\text{пер}}$  - ККД передачі;

$K_{\text{п}}$  - коефіцієнт можливих перевантажень ( $K_{\text{п}} = 1,3 \dots 1,5$ ).

## 2.4 Висновки

1. В ході теоретичних досліджень роботи спірального-гвинтового дозатора отримані уточнені вирази для визначення його конструктивно-режимних параметрів, в тому числі:

- швидкості витікання матеріалу з бункера;
- довжини завантажувального вікна;
- критичної частоти обертання;
- подачі дозатора;
- об'єму порції, яка видається за 1 оберт спіралі;
- споживаної потужності дозатора.

2. Теоретичні дослідження показали, що:

- багато виразів вимагають апріорної та довідкової інформації, такої як фізико-механічні властивості продукту, що дозується передбачувані конструктивні параметри спірального-гвинтового дозатора, форма і конструкція бункера та ін.;

- для вивчення характеру витікання комбікормів - швидкості його закінчення і об'єму порції видається за 1 оборот спіралі, поряд з теоретичними дослідженнями необхідне проведення експериментальних досліджень.

3. Для оптимізації параметрів спірального-гвинтового дозатора обрано такі конструктивно-технологічні параметри: зазор між спіраллю і кожухом, крок спіралі і частота обертання спіралі.

## **3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПІРАЛЬНОГО ДОЗАТОРА**

### **3.1 Програма та методика експериментальних досліджень**

#### **3.1.1 Програма та обладнання**

У ході теоретичних досліджень процесу дозування комбікормів і роботи спірально-гвинтового дозатора виявлені основні фактори, що впливають на ефективність і якість його роботи, а також аналітичним шляхом встановлено його основні конструктивно-технологічні параметри. Деякі значення параметрів, включені в виявлені залежності, складно визначити теоретично через недостатнє вивчення даних аспектів. Тому даними експериментальними дослідженнями запропонованого спірально-гвинтового дозатора комбікормів передбачена перевірка та уточнення отриманих аналітичних залежностей і висновків, а також визначення величин, що не було виявлено теоретичними дослідженнями.

Побудова моделі функціонування запропонованого спірально-гвинтового дозатора дозволяє визначити фактори, що впливають на енергетичні, технологічні та експлуатаційні показники даного дозатора.

Вивчення і дослідження великого числа факторів дозволяє відстежити і визначити критерії оптимізації, спланувати конкретну схему подальшого вдосконалення конструкції спірально-гвинтового дозатора, поліпшити характеристики міцності та інші показники, визначити найбільш ефективні параметри в плані техніко-економічної оцінки.

Програма передбачає наступні етапи:

1. Виготовлення моделі спіраль-гвинтового дозатора сухих концентрованих кормів.
2. Експериментальна перевірка дозатора, виявлення і усунення виниклих в процесі експерименту несправностей, оцінка його працездатності.
3. Експериментальна перевірка результатів теоретичних досліджень.
4. Отримання регресійних математичних моделей.

Для вивчення процесу дозування комбікормів спіраль-гвинтовим дозатором, розроблена модель експериментального дозатора, схема якого зображена на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 - Загальний вигляд експериментальної лабораторної установки: 1 - циліндричний корпус; 2 – спіраль; 3 – рама; 4 - ваги CAS SW-05; 5 - бункер з завантажувальною горловиною; 6 – моторредуктор; 7 – тахометр; 8 - амперметр; 9 - перемикач



Основу спірально-гвинтового дозатора складають змінна спіраль і кожух, спіраль кріпиться на вихідному валу мотор-редуктора за допомогою муфти. Для дослідження і аналізу процесу дозування розроблені і виготовлені різні типорозміри спіралей і підібрані відповідні труби, параметри робочих органів дозатора зведені в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Параметри робочих органів дозатора

Діаметр спіралі $d$ , мм	Профіль смуги, мм	Крок спіралі $s$ , мм	Зазор $b$ , мм	Довжина спіралі $l$ , мм
49	4×12	0,75d; 1d; 1,25d	2,0	600 ± 50

Використання мотор-редуктора з ексцентриком в якості приводу спіралі дозволяє досліджувати дозатор в двох режимах: дозуванні по тривалості включення дозатора (безперервний режим) і регулюванням дози за кількістю оборотів спіралі (дискретний режим).

### 3.1.2 Визначення подачі дозатора і похибки дозування

Як було сказано вище, подача спірально-гвинтового дозатора залежить від частоти обертання, кроку спіралі, а також зазору між кожухом і спіраллю. Після завантаження корму в бункер дозатора при сталому режимі роботи здійснювалася видача певної дози. Масу комбікорми зважували на електронних вагах CAS SW-05. Експериментальні дослідження спірально-гвинтового дозатора передбачали зміну його параметрів згідно таблиці 3.1 для оцінки теоретичних передумов.

При досліджах подача визначалася за виразом (2.19). Похибка дозованої видачі  $\delta$  можна визначити за формулою:

$$\delta = \frac{|G_p(t) - G_{зад}|}{G_{зад}} \cdot 100 \quad (3.1)$$

де  $G_p(t) = Q_p(r)$  - отримане значення подачі корму кг;

$G_{зад} = Q$  - задане значення подачі корму, кг.

В результаті вираз набуває вигляду:

$$\delta = \frac{Q_{p(r)} - Q}{Q} \cdot 100 \quad (3.2)$$

Аналіз виразів (3.2) і (2.19) дозволяє зрозуміти, що похибка дозування в повній мірі залежить від маси корму, який видається за один оберт спіралі. Маса заданого (встановленого) значення видачі корму  $Q$  може бути визначена:  
а) теоретично; б) середнім значенням маси дози.

### 3.1.3 Визначення споживаної потужності на дозування комбікормів

Потужність електродвигуна ( $N_{дв}$ ), необхідна для дозування корму ( $N_{доз}$ ) і на подолання виникаючих сил, величина яких визначається потужністю холо-стого ходу ( $N_{хх}$ ), знаходиться за формулою:

$$N_{дв} = N_{доз} + N_{хх}, \quad (3.3)$$

Загальна потрібна потужність на дозування комбікорму дорівнює:

$$N_{доз} = N_{дв} \cdot \eta_p - N_{хх} \cdot \eta_{хх} = I_p \cdot U_p \eta_p - I_{хх} \cdot U_{хх} \cdot \eta_{хх}, \text{ Вт} \quad (3.4)$$

де  $I_p$  - струм в ланцюзі мотор-редуктора при навантаженні, А;

$U_p$  - напруга в ланцюзі мотор-редуктора при навантаженні, В;

$I_{xx}$  - струм в ланцюзі мотор-редуктора при холостому ході, А;

$U_{xx}$  - напруга в ланцюзі мотор-редуктора при холостому ході, В;

$\eta_p$  - коефіцієнт корисної дії мотор-редуктора під навантаженням;

$\eta_{xx}$  - коефіцієнт корисної дії мотор-редуктора на холостому ходу.

При розрахунку для мотор-редуктора постійного струму ККД під навантаженням брали  $\eta_p = 0,9$ , а при холостому ході  $\eta_{xx} = 0,75$ . Для оптимізації процесу дозування комбікорму в якості одного з критеріїв була прийнята споживана потужність.

### **3.2 Методика планування експерименту і визначення раціональних параметрів дозатора**

Для розрахунку теоретичної подачі дозатора використовувалися формула 2.21. В ході проведення попередніх дослідів вивчалася можливість використання і застосування рівняння першого порядку. Оцінка якості процесу дозування кормів складалася з наступних етапів:

1. Розрахунок відхилення середньої маси концентрованих кормів за один оборот спіралі від значень, визначених теоретичним шляхом.
2. Експериментальне визначення впливу конструктивних параметрів спіраль-но-гвинтового дозатора на нерівномірність дозування
3. Оцінка питомої подачі дозатора за один оберт спіралі.
4. Оцінка нерівномірності дозування.
5. Оцінка споживаної потужності.

Даною методикою експериментальних досліджень спіраль-но-гвинтового дозатора планувалося визначити оціночні показники технологічного процесу дозування розробленого дозатора концентрованих кормів при різних варіативних факторах.

Дослідження робочого процесу дозатора, відшукування оптимального поєднання параметрів і режимів роботи перевіряли із застосуванням методів планування експерименту.

Методика планування експерименту складалася з окремих методик. В основу використовуваної методики були включені дослідження по плануванню багатofакторного експерименту. В загальному вигляді математичний опис об'єкта дослідження за допомогою регресійного аналізу представляли у вигляді математичної моделі:

$$y(t_i) = b_1 \cdot f_1(t_1) + b_2 \cdot f_2(t_2) + \dots + b_n \cdot f_n(t_n), \quad (3.5)$$

де  $y(t_i)$  - відгук критерію оптимізації;

$b_1 \dots b_n$  - невідомі постійні коефіцієнти регресії;

$f_1(t_1) \dots f_n(t_n)$  - базисні функції.

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i < j}^n b_{ij} x_i x_j, \quad (3.6)$$

де  $b_0, b_i$  - коефіцієнти регресії при виділених лінійних членах;

$n$  - загальне число лінійних ефектів;

$x_i, x_j$  - кодоване значення фактора;

$b_{ij}$  - ефекти взаємодій.

У разі, недостатнього опису лінійними рівняннями, здійснюється опис майже стаціонарної області рівняннями другого порядку. У цій області переважне значення мають коефіцієнти регресії при квадратичних членах і ефектів взаємодій. Математична модель другого порядку прийме наступний загальний вид:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i < j}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2, \quad (3.7)$$

де  $b_{ii}$  - ефекти при квадратичних членах.

Таблиця 3.2 - Фактори і рівні варіювання

Позначення	Фактори	
	Частота обертання спіралі, $\text{хв}^{-1}$	Крок спіралі $s$ , мм
	$x_1$	$x_2$
Верхній рівень (+)	120	1,25d
Основний рівень (0)	90	1d
Нижній рівень (-)	60	0,75d

### 3.3 Результати експерименту

Визначення споживаної потужності, питомої подачі і похибки дозування спіралью-гвинтовим дозатором. При проведенні даних дослідів використовувалися розсіпні висівки. Для вивчення питання впливу конструктивних параметрів при дозуванні були також розроблені і виготовлені різні типорозміри спіралей. Дозування здійснювалося дискретним (по числу оборотів спіралі) і безперервним (тривалість роботи СГД) способами. Дані дослідів заносили в реєстраційний журнал, оброблені дані зведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Фактори, рівні їх варіювання і результати експерименту

№ досліду	$n$ , $\text{хв}^{-1}$	$s$	$N_{\text{рх}}$ , Вт	$Q_0$ , г/об	$\delta_0$ , %
1	60	0,75d	44	16,8	1,25
2	60	1d	42	26	1,13
3	60	1,25d	43	30,1	1,68
4	90	0,75d	43	23,2	0,28

5	90	1d	41	29,9	1,63
6	90	1,25d	42	36,2	1,13
7	120	0,75d	43	25,5	1,139
8	120	1d	42	33,7	1,34
9	120	1,25d	40	40,6	1,77

Обробивши результати експерименту методами математичної статистики із застосуванням комп'ютерної програми STATISTIKA 6.0, отримали залежності споживаної потужності ( $N_{px}$ ), питомої подачі (подача матеріалу за оберт спіралі) ( $Q_o$ ), нерівномірності дозування ( $\delta_o$ ).

$$N_{px} = 50,0329 - 1,36111 \cdot s - 0,486806 \cdot n - 0,88888 \cdot s^2 + 0,011111 \cdot n^2. \quad (3.8)$$

$$Q_o = 156,365 - 1,0439 \cdot s - 2,73544 \cdot n - 60,0533 \cdot s^2 + 1,76 \cdot s \cdot n - 0,0122667 \cdot b^2. \quad (3.9)$$

$$\delta_o = 2,48729 - 6,1198 \cdot s - 0,11389 \cdot n + 2,91556 \cdot s^2 - 0,140667 \cdot s \cdot n + 0,01382 \cdot b^2. \quad (3.10)$$

За отриманими рівняннями регресії побудовані графічні залежності (рис. 3.2-3.4).

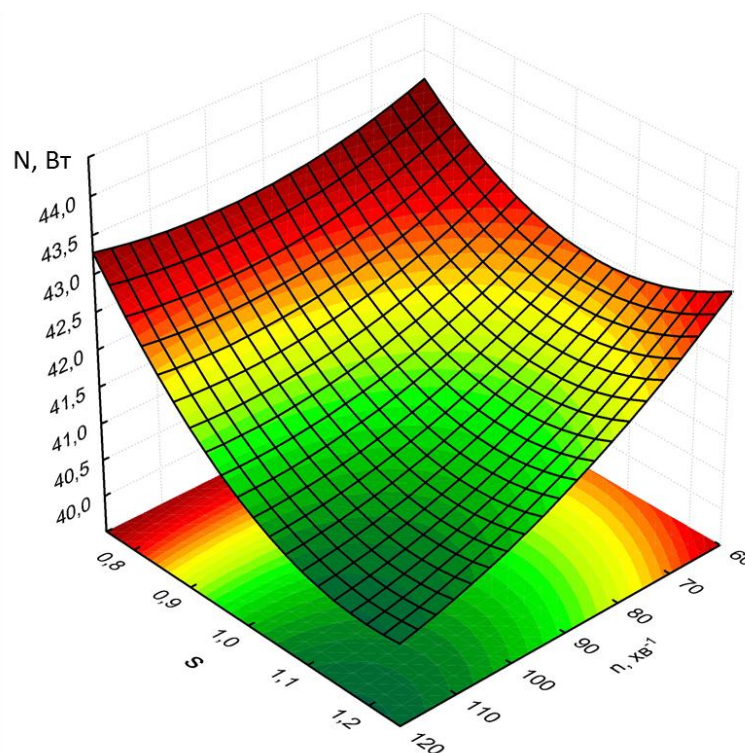


Рисунок 3.2 - Поверхня відгуку що характеризує залежність потужності приводу від частоти обертання і кроку спіралі

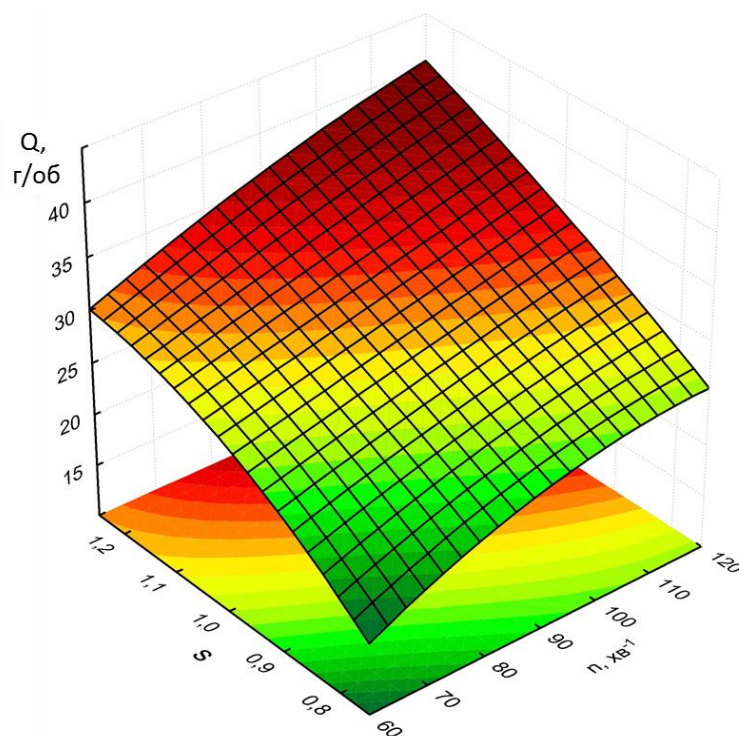


Рисунок 3.3 - Поверхня відгуку що характеризує залежність питомої подачі від частоти обертання і кроку спіралі

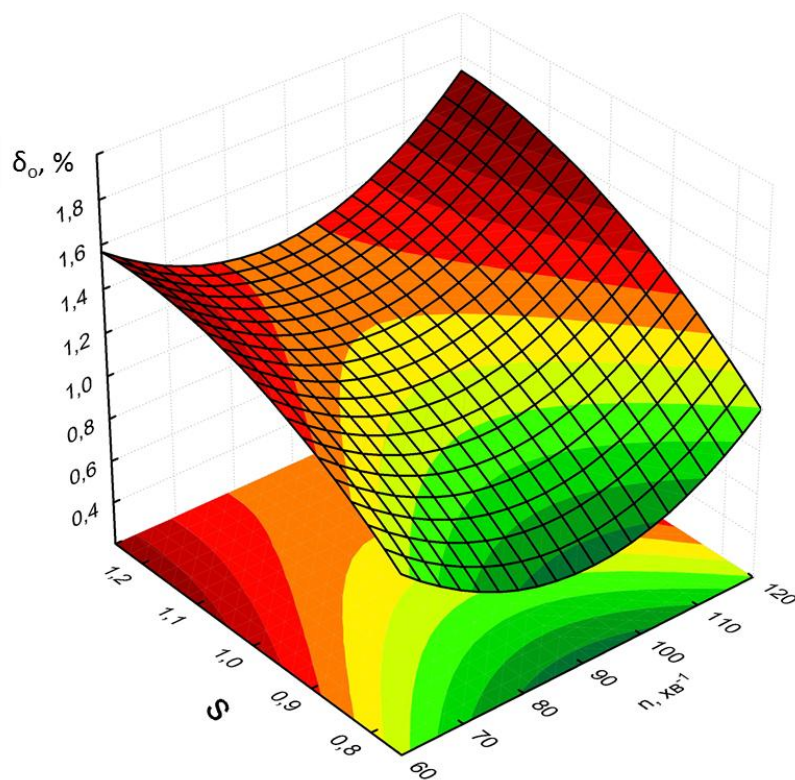


Рисунок 3.4 - Поверхня відгуку що характеризує залежність нерівномірності дозування від частоти обертання і кроку спіралі

З рис. 3.2, а, 3.2, б слідує, що при мінімальна споживана потужність  $N_{px} = 40,2$  Вт зафіксована при  $s = 1,25d$  і  $n = 120$  хв<sup>-1</sup>, а максимальна  $N_{px} = 43,6$  Вт при  $s = 0,75d$  і  $n = 60$  хв<sup>-1</sup>. Ці значення потужностей в подальшому можна побічно врахувати при розрахунку акумуляторного приводу роздавача концентрованих кормів. З рис. 3.3 питома подача збільшується прямопропорційно збільшенню частоти обертання і кроку спіралі в даному випадку від 16,8 г/об до 42,5 г/об. Найбільша питома подача 42,5 г/об досягається при максимальних значеннях діаметра частоти обертання  $n = 120$  хв<sup>-1</sup> і кроку спіралі  $s = 1,25d$ .

З рис. 3.4 видно, що в більшості випадків найменша нерівномірність дозування ( $\delta_o = 0,78$  %) досягається при кроці спіралі  $s$  рівному  $0,75d$ , а також при зазорі частоті обертання  $90$  хв<sup>-1</sup>. При дозуванні розсипних висівок з максимальною питомою подачею матеріалу  $42,5$  г/об нерівномірність дозування не перевищує  $1,76$  %.

### 3.4 Висновки

1. За результатами експерименту отримано рівняння регресії для споживаної потужності, питомої подачі матеріалу за один оборот спіралі і коефіцієнта варіації від частоти обертання та кроку спіралі. З використанням даних рівнянь побудовані і проаналізовані поверхні відгуку.

2. Середня подача сухого матеріалу за одні оборот спіралі діаметром 49 мм при дискретному режимі роботи змінюється від 16,8 г/об до 42,5 г/об, споживана потужність знаходиться в межах 40 – 43,6 Вт. Нерівномірність дозування склала 0,78 – 1,76 %.

3. Оптимальні параметри для якісної роботи спіраль-гвинтового дозатора: діаметр спіралі - 49 мм, крок спіралі  $0,75d$  і частота обертання  $90$  хв<sup>-1</sup>.



При цих параметрах нерівномірність дозування не перевищує 2% від виданої маси корму.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Загальні визначення та поняття**

Законодавство України про охорону праці базується на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України.

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці» [42], який визначає основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Отже, охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Згідно визначення [43], об'єкт підвищеної небезпеки – це об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Щодо розроблюваного в дипломній роботі дозатора сипких кормів, який забезпечує видачу комбікорму ВРХ, то він не підпадає під приведені визначення, та не є об'єктом підвищеної небезпеки. Але на території ферми ( втому числі і в корівнику) зберігають легко-займисті матеріали: солома та сіно. Це

може призвести до виникнення пожежі, яку згідно [44] відносять до надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Пожежа – це процес неконтрольованого горіння поза спеціальним вогнищем, що розвивається в часі і просторі і є небезпечним для людей, матеріальних цінностей та навколишнього середовища.

#### **4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів**

В процесі роздавання кормів в корівнику, згідно з державним стандартом [45], на оператора можлива дія небезпечних та шкідливих виробничих факторів:

Фізичні:

- підвищена забрудненість повітря робочої зони шкідливими газами та надмірною вологою, виникає в результаті життєдіяльності тварин;
- підвищена або знижена температура поверхні обладнання та матеріалів – виникає при роботі в неопалюваному приміщенні;
- тварини - є можливість травмування кінцівками корови;
- гострі краї, задирки і шорсткість на поверхнях конструкцій, інструменту і обладнання;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини – живлення електродвигуна 220 В;

Біологічні:

- макроорганізми – продукти життєдіяльності тварин, підстилка.

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження - операції, які виконуються вручну.

#### **4.3 Заходи по забезпеченню захисту оператора від дії шкідливих та небезпечних факторів**

Для захисту оператора від дії приведених вище шкідливих та небезпечних факторів застосуємо організаційні та технічні заходи.

До організаційних заходів, в першу чергу, віднесемо своєчасність проведення інструктажів з охорони праці. Види та порядок проведення інструктажів з охорони праці визначені «Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», затвердженим наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці № 15 від 26.01.2005 р. Згідно вказаного положення, вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці або іншим фахівцем відповідно до наказу (розпорядження) по підприємству, який в установленому порядку пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці. Цей вид інструктажу проводять для всіх нових працівників. Далі, за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт, проводять первинний інструктаж на робочому місці. Через 6 місяців роботи оператору проводять повторний інструктаж. У випадку необхідності проводять позаплановий та цільовий інструктажі.

Технічні заходи. Захист оператора змішувача від травмування елементами дозатора забезпечують захисні кожухи.

Для захисту працівника від уражень електричним струмом під час аварійного замикання на землю чи корпус обладнання під час пошкодження ізоляції передбачено захисний вимикач, який спрацьовує через 0,2 сек після замикання та заземлення електродвигуна [46].

Для захисту оператора від надмірного шуму його забезпечують спецзасобами - навушниками [47].

Для захисту оператора від підвищеного рівня забруднення повітря шкідливими газами нам необхідно провести розрахунок системи вентиляції корівника.

Необхідний повітрообмін в тваринницьких приміщеннях розраховуємо за формулою:

$$L = \frac{\rho m_i}{\rho_d - \rho_n}, \quad (4.1)$$

де  $L$  – допустимий повітрообмін,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$\rho$  – кількість вуглекислого газу, які виділяє одна тварина протягом години,  $\text{л}/\text{год}$ . Для корів вагою 600 кг  $\rho = 154 \text{ л}/\text{год}$ .

$\rho_d$  – допустима концентрація шкідливої речовини (вуглекислого газу) у приміщенні,  $\text{л}/\text{м}^3$ .  $\rho_d = 2,5 \text{ л}/\text{м}^3$ .

$\rho_n$  – вміст шкідливої речовини (вуглекислого газу) у свіжому повітрі,  $\text{л}/\text{м}^3$ ;

$\rho_n = 0,3 \text{ л}/\text{м}^3$ .

$m = 200$  гол. – кількість корів у одному приміщенні.

Тоді маємо

$$L = \frac{154 \cdot 200}{2,5 - 0,3} = 14000 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Визначаємо кратність повітрообміну

$$K_{об} = \frac{L}{V_{пр}}, \quad (4.2)$$

де  $V_{пр}$  – корисний об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ . Площа стійлового відділення складає  $1386,2 \text{ м}^2$ , при висоті 4,0 м.

Тоді

$$K_{об} = \frac{14000}{1386,2 \cdot 4,0} = 2,52.$$

Виходячи з того, що  $K_{об} < 3$  природна система вентиляції має забезпечити належний повітрообмін.

Потрібну площу припливних каналів та світло-аераційного дашка розраховуємо за формулами:

$$n_{\Pi} = \frac{F_{\Pi}}{f_{\Pi}}; \quad (4.3)$$

$$n_{\text{В}} = \frac{F_{\text{В}}}{f_{\text{В}}}. \quad (4.4)$$

де  $F_{\text{В}}$ ,  $F_{\Pi}$  – загальна площа відповідно витяжних і припливних каналів системи вентиляції з природним рухом повітря, м<sup>2</sup>.

$$F_{\text{В}} = \frac{L}{3600v}, \quad (4.4)$$

$$F_{\Pi} = cF_{\text{В}}, \quad (4.5)$$

$v$  – швидкість руху повітря у витяжних каналах, м/с.

$c = 0,9$  – коефіцієнт, який враховує частину повітря, що проникає в приміщення через пори в матеріалі стін, щілини вікон та дверей.

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{H(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})}{273}}, \quad (4.6)$$

$H$  – висота витяжного каналу. На прикладі аналогічних рішень приймаємо  $H$  рівним висоті світло-аераційного дашка, яка коливається в межах 0,6...1,0 м, а саме  $H=0,8$  м.

$t_{\text{в}}$  – оптимальна температура повітря в приміщенні, К. Згідно рис. 2.1 для літнього періоду максимальне значення 18°C, тобто  $t_{\text{в}} = 291$  К.

$t_{\text{з}}$  – температура зовнішнього повітря, К. Приймаємо значення близьке до максимального в літній період 30 °С, тобто  $t_{\text{з}} = 303$  К.

Тоді для літнього періоду

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{0,8 \cdot (291 - 303)}{273}} = 0,41 \text{ м / с.}$$

$$F_g = \frac{14000}{3600 \cdot 0,41} = 9,4 \text{ м}^2.$$

$$F_n = 0,9 \cdot 9,4 = 8,46 \text{ м}^2.$$

Враховуючи, що довжина дашка приміщення 78 м (загальна довжина приміщення), мінімальна ширина аераційного каналу дашка буде рівна.

$$b = \frac{F_g}{a} = \frac{9,4}{78} = 0,12 \text{ м.} \quad (4.7)$$

Компонувальна схема розрахованої системи вентиляції корівника приведена на рис. 4.1.

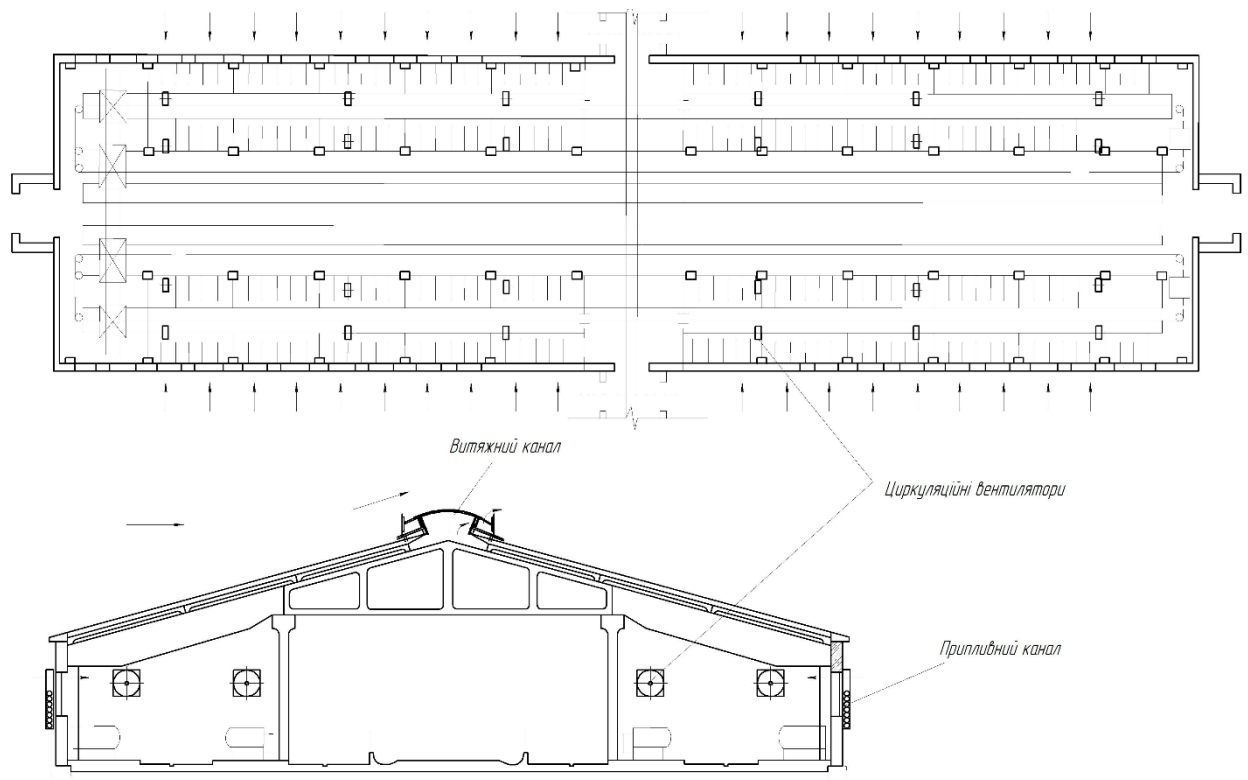


Рисунок 4.1 - Компонувальна схема системи вентиляції корівника

#### 4.4 Правила безпечного виконання робіт при роздаванні сипких кормів

До роботи з дозатором допускаються особи не молодше 18 років, що не мають медичних протипоказань, пройшли виробниче навчання, вступний і первинний на робочому місці інструктаж по охороні праці і одержали першу кваліфікаційну групу по електробезпеці. Допуск до самостійної роботи здійснюється керівником виробничої дільниці після стажування працівника під керівництвом досвідченого наставника на протязі не менше двох змін.

При роботі з дозатором можуть бути небезпечні і шкідливі виробничі фактори, по відношенню до яких слід проявляти підвищену обережність: рухомі механізми, відлітаючі частки продукту і сторонніх предметів, що потрапили в змішувач, запиленість, рівень статичного електричного поля, можливість появи на струмонепровідних частинах обладнання небезпечної електричної напруги, можливість утворення вибухонебезпечних сумішей, пожежна небезпека. Перед початком робіт оператор повинен оглянути і надягти засоби індивідуального захисту, щоб не було звисаючих кінців, а волосся заправити під головний убір, включити вентиляцію і освітлення робочої зони. Потім звільнити проходи, підходи до рубильників, вимикачів від сторонніх предметів, перевірити надійність кріплення машин, обладнання, захисних кожухів і заземлення. Впевнитись в надійності кріплення, балансуванні робочих органів машин, а також у відсутності у подаючих транспортерах, бункерах сторонніх предметів. Перевірити наявність і комплектність засобів пожежогасіння, медаптечки, справності засобів сигналізації. Запустити змішувач на холостому ходу, впевнитися у відсутності сторонніх шумів, вібрації, нагріву, перевірити роботу контрольних і сигнальних пристроїв. Інструмент і пристрої розмістити так, щоб було зручно їх використовувати.

Під час роботи з дозатором не допускайте його перевантаження та попадання разом з кормом сторонніх предметів. Під час роботи не відволікайтесь сторонніми розмовами. При забиванні дозатора кормами очищення його проводьте при вимкненому електродвигуні і вивішеному плакаті: “Не вмикати! Працюють люди”, з застосуванням чистика з ручкою довжиною не менше 1 м. Не пускайте тварин в приміщення під час роботи дозатора. Не допускайте сто-

ронніх осіб в зону роботи дозатора. В разі попадання в дозатор сторонніх предметів і заклинювання його терміново зупиніть дозатор за допомогою комутаційного апарата, приберіть сторонні предмети. Під час роздавання сипучих кормів стежте за герметичністю обладнання та ефективністю вентиляції, своєчасно повідомляйте керівника робіт про несправність загальної вентиляції виробничого приміщення. Не допускайте роботи дозатора із знятими або пошкодженими засобами захисту (кожухами, заземленням, блокуючими пристроями тощо).

Після закінчення роботи на відключіть електроживлення систем подавання продуктів. Після повного зупинення двигунів очистіть машини і робоче місце від залишку продукту, приміщення – від залишків кормів і пилу. Мокру або слизьку підлогу посипте піском, тирсою або іншими матеріалами, які потім приберіть. Повідомте змінника про особливості або недоліки в роботі обладнання. Інструмент і пристрої, інвентар (проштовхувачі, чистики тощо) приберіть в шафу, здайте на зберігання або зміннику. Зніміть спецодяг і засоби індивідуального захисту, очистіть, здайте на обслуговування або на зберігання. Прийміть душ.

У випадку аварійної ситуації (появі сторонніх шумів під час роботи обладнання, запаху горілого, диму, виявленні несправностей, іскрінні електрообладнання, появі електричної напруги на деталях, підвищеному нагріванні поверхні підшипників, редукторів, інших частин машин, порушенні цілісності захисних пристроїв, бункерів, ємностей, при забиванні вихідних отворів горловин тощо) зупиніть роботу машин і обладнання в порядку, передбаченому правилами їх експлуатації, в першу чергу, відключивши подачу електроенергії. При наявності загрози здоров'ю і життю покиньте небезпечну зону, попередивши працівників, що знаходяться поблизу неї. Не проводьте ремонт, не усувайте несправності в аварійній ситуації без зупинки машин і обладнання. Після аварійної зупинки і при повторному запуску машина повинна бути звільнена від продукту. При нещасних випадках в першу чергу усувається небезпечний фактор (перекрийте подачу пари, хімрозчину, відключіть електроенер-



гію, зупиніть механізми, що рухаються, і т.п.), надайте потерпілому долікарську допомогу і відправте його в медичний заклад. По можливості, зберігайте до розслідування на робочому місці обстановку і стан обладнання такими, якими вони були на момент випадку (якщо це не загрожує життю і здоров'ю оточуючих і не порушує безперервність технологічного процесу).

#### 4.5 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях

Ознаки надзвичайної ситуації (НС): небезпека для життя і здоров'я значної кількості людей, суттєве порушення екологічної рівноваги, повне або часткове припинення господарської діяльності, значні матеріальні та економічні збитки.

Надзвичайні ситуації за своєю сутністю та причинами виникнення поділяють на природні, техногенні та соціальні.

В нашому випадку найбільш імовірною є **надзвичайна ситуація техногенного характеру, а саме пожежа**. У разі виникнення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний [78]:

- при виникненні пожежі чи загоранні необхідно терміново повідомити про це (по телефону, через посильного) керівника робіт, пожежно-сторожову охорону, пожежну частину, підняти тривогу звуковим сигналом (сирена, радіостанція, дзвінок), приступити до гасіння пожежі наявними засобами (вогнегасник, пожежний кран, пісок тощо);

- під час гасіння пожежі ізолюйте горючу речовину від кисню, повітря, охолоджуючи до температури, що перешкоджає горінню, і при цьому слідкуйте за тим, щоб не з'явилися інші небезпечні фактори (вибухи, обвали, замикання електропроводів тощо). Великі об'єми горючого матеріалу розтягуйте і гасіть кожну частину окремо;

- при загорянні електропроводів слід негайно від'єднати лінію від струму, вимкнувши рубильник. Якщо це зробити неможливо, потрібно сокирою або лопатою з сухою дерев'яною ручкою перерубати проводи по одному

попереду місця їх загоряння. При цьому необхідно стати на суху дерев'яну підставку або гумовий килимок і надіти гумові рукавиці чи ізолювати руки вовняною тканиною (шарфом, картузом тощо). Гасити проводи електрообладнання необхідно тільки сухим піском;

- вжити (по можливості) заходів по евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового об'єкту;
- у разі необхідності викликати інші аварійні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Посадова особа об'єкта, що першою прибула на місце пожежі, зобов'язана:

- перевірити, чи викликана аварійно-рятувальна служба (продублювати повідомлення), довести подію до відома керівника установи;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;
- вивести за межі небезпечної зони всіх працюючих, не пов'язаних з ліквідацією пожежі;
- припинити роботи на об'єкті (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами по ліквідації пожежі;
- здійснити у разі необхідності відключення електроенергії, агрегатів, апаратів, водяних комунікацій (за винятком систем протипожежного захисту);
- організувати зустріч підрозділів аварійно-рятувальної служби, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху до осередку пожежі та до водних джерел.

#### **4.6 Висновки**

Базуючись на нормативній документації та згідно вимог охорони праці нами проведено обстеження розробленого дозатора сипких кормів, встановле-

на дія небезпечних та шкідливих факторів оператора. Для їх уникнення запропоновано відповідні заходи, зокрема проведено розрахунок системи вентиляції корівника. Для розробленого дозатора сипких кормів приведено правила безпечного виконання робіт.

## **5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОГО ДОЗАТОРА КОРМІВ**

### **5.1 Вихідні дані**

Порівнювати будемо процес дозування комбікорму під час роздачі комбікорму ВРХ (корівник на 200 корів) за допомогою серійного горизонтального шнекового дозатора ГШД10 та розробленого в даній роботі. Вихідними даними до розрахунку будуть вартість, потужність обладнання, його продуктивність, кількість обслуговуючого персоналу та час роботи на добу. Зведемо необхідні необхідні для розрахунку економічних показників дані до табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані до техніко-економічної оцінки

Вихідні дані	Варіанти	
	ГШД10	розроблений
1. Кількість дозаторів в корівнику, од.	1	1
2. Продуктивність, т/год.	0,320	0,320
3. Потужність, кВт	0,75	0,55
4. Обслуговуючий персонал, люд	1	1

5. Добова норма роздавання комбікорму, т	0,780	0,780
5. Вартість дозатора, грн.	26900	24200
6. Витрати на переобладнання, грн	-	2850
7. Час роботи обладнання протягом доби, год.	2,4	2,4

## 5.2 Експлуатаційні витрати

Експлуатаційні витрати для обох варіантів розрахуємо за виразом

$$EВ = EВз + EВр + EВa + EВe, \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де  $EВз$  – витрати на виплату обслуговуючому персоналу заробітної плати, грн.;

$EВр$  – відрахування на ремонт і технічне обслуговування обладнання, грн.;

$EВa$  – амортизаційні відрахування, грн.;

$EВe$  – витрати на оплату електроенергії, грн.

Експлуатаційні витрати на заробітну плату визначимо з виразу

$$EВз = n \cdot t \cdot m \cdot f \cdot \delta \cdot D, \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де  $n$  – чисельність обслуговуючого персоналу, люд. Табл. 5.1 для базового  $n_б = 1$ , для проектного  $n_n = 1$ ;

$t$  – час роботи обладнання на добу. Табл. 5.1 для базового  $t = 2,4$ , для проектного  $t = 2,4$ ;

$m$  – кількість робочих змін на добу,  $m = 1$ ;

$f$  – годинна тарифна ставка одного працівника, грн./год. Мінімальна заробітна плата, з початку 2021 року, складає у місячному розмірі – 6000 грн., у погодинному розмірі – 36,11 гривень, Тому приймаємо  $f = 36,11$  грн./год.;

$\delta = 1,22$  – коефіцієнт нарахування на заробітну плату;

$D$  – кількість днів роботи на рік. Для обох варіантів  $D = 365$  діб. Тоді за формулою (5.2) за варіантами маємо

базовий

$$EB_{зб} = 1,2 \cdot 41 \cdot 36,11 \cdot 1,22 \cdot 365 = 38591,47 \text{ грн.};$$

проектний

$$EB_{зп} = 1,2 \cdot 41 \cdot 36,11 \cdot 1,22 \cdot 365 = 38591,47 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування підраховуємо за формулою

$$EB_a = \frac{C \cdot \alpha}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.3)$$

де  $C$  – балансова вартість машин та обладнання, грн. За табл. 5.1 для базового варіанту  $C_b = 26900$  грн., для проектного  $C_p = 24200$  грн.;

$\alpha$  – нормований коефіцієнт відрахувань на амортизацію машин та обладнання, %. На даний час для шнекових транспортерів  $\alpha = 12\%$ .

Тоді за формулою (5.3) маємо за варіантами

базовий

$$EB_{аб} = \frac{26900 \cdot 12}{100} = 3228,00 \text{ грн.};$$

проектний

$$EP_{a.n} = \frac{24200 \cdot 12}{100} = 2904,00 \text{ грн.}$$

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування обладнання обчислюють за виразом:

$$EB_p = \frac{C \cdot \beta}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.4)$$

де  $\beta$  – нормований коефіцієнт відрахувань на ремонт обладнання та машин, %. Для стаціонарних засобів механізації  $\beta = 11$  %.

Тоді з (5.4) за варіантами маємо

Базовий

$$EB_{pb} = \frac{26900 \cdot 11}{100} = 2959,00 \text{ грн.};$$

проектний

$$EB_{pn} = \frac{24200 \cdot 11}{100} = 2662,00 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію визначимо за формулою

$$EB_e = N \cdot t \cdot m \cdot D \cdot c_e, \text{ грн.}, \quad (5.5)$$

де  $N$  – загальна електропотужність обладнання, кВт. Для базового варіанту 0,75 кВт, для проектного варіанту – 0,55 кВт.

$c_e$  – вартість електроенергії, грн./кВт год. Для 1 класу споживачів (27,5 кВ і вище)  $c_e=2,27$  грн./кВт.

Тоді за формулою (5.5) маємо за варіантами:

базовий

$$EB_{eб} = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 1,365 \cdot 2,27 = 1491,39 \text{ грн.};$$

проектний

$$EB_{en} = 0,55 \cdot 2,4 \cdot 1,365 \cdot 2,27 = 1093,68 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати (5.1) за варіантами складуть

базовий

$$EB_{б} = 38591,47 + 3228,00 + 2959,00 + 1491,39 = 46269,86 \text{ грн.};$$

проектний

$$EB_{п} = 38591,47 + 2904,00 + 2662,00 + 1093,68 = 45251,15 \text{ грн.}$$

Порівняння річних експлуатаційних витрат при впровадженні запропонованого нами варіанту дозування кормів забезпечує економію експлуатаційних витрат на рівні:

$$E_e = EB_{б} - EB_{п} = 46269,86 - 45251,15 = 1018,71 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Строк окупності додаткових капітальних вкладень за прийнятим нами варіантом при його впровадженні становить

$$T = \frac{K}{E_e} = \frac{2850,00}{1018,71} = 2,78 \text{ роки} \quad (5.7)$$

де К - витрати на переобладнання (заміна шнека на спіраль та заміна електродвигуна), грн.

Таблиця 5.2 - Показники економічної ефективності дозатора

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Обслуговуючий персонал, люд	1	1
Встановлена потужність обладнання, кВт	0,75	0,55
Час роботи обладнання протягом доби, год.	2,4	2,4
Вартість дозатора, грн.	26900	24200
Витрати на переобладнання, грн	-	2850
Експлуатаційні витрати, грн.	46269,86	45251,15
в тому числі: оплата праці	38591,47	38591,47
ремонт та ТО	2959,00	2662,00
амортизація обладнання	3228,00	2904,00
енергоресурси	1491,39	1093,68
Річна економія експлуатаційних витрат, грн.	-	1018,71
Термін окупності додаткових капіталовкладень, роки	-	2,78

### 5.3 Висновки

Техніко-економічна оцінка запропонованого удосконалення дозатора довела його ефективність. Так при незначних вкладеннях на реалізацію запро-



понованої конструкції – 2850,00 грн. – річна економія експлуатаційних витрат складе 1018,71 грн., а термін окупності при цьому буде 2,78 року.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз відомих конструкцій і технологічних схем дозованої роздачі комбікормів показав, що найбільш перспективними з зоотехнічної та економічної точки зору є об'ємні дозатори. Використовувані на молочно товарних фермах і комплексах дозатори для видачі концентрованих кормів дійним коровам не в повній мірі задовольняють зрелим зоотехнічним і техніко-економічним вимогам до якості дозування і роздачі комбікормів.

2. В ході теоретичних досліджень роботи спірального-гвинтового дозатора отримані уточнені вирази для визначення його конструктивно-режимних параметрів, в тому числі: швидкості витікання матеріалу з бункера; довжини завантажувального вікна; критичної частоти обертання; подачі дозатора; об'єм порції, яка видається за 1 оберт спіралі; споживаної потужності дозатора.

3. Середня подача сипкого матеріалу за один оберт спіралі діаметром 49 мм при дискретному режимі роботи змінюється від 16,8 г/об до 42,5 г/об, споживана потужність знаходиться в межах 40 – 43,6 Вт. Нерівномірність дозування склала 0,78 – 1,76 %. Оптимальні параметри для якісної роботи спірального-гвинтового дозатора: діаметр спіралі - 49 мм, крок спіралі  $0,75d$  і частота обертання  $90 \text{ хв}^{-1}$ . При цих параметрах нерівномірність дозування не перевищує 2% від виданої маси корму.

4. Базуючись на нормативній документації та згідно вимог охорони праці нами проведено обстеження розробленого дозатора сипких кормів, встановлена дія

небезпечних та шкідливих факторів оператора. Для їх уникнення запропоновано відповідні заходи, зокрема проведено розрахунок системи вентиляції корівника. Для розробленого дозатора сипких кормів приведено правила безпечного виконання робіт.

5. Техніко-економічна оцінка запропонованого удосконалення дозатора довела його ефективність. Так при незначних вкладеннях на реалізацію запропонованої конструкції – 2850,00 грн. – річна економія експлуатаційних витрат складе 1018,71 грн., а термін окупності при цьому буде 2,78 року.

### **БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК**

1. Рядчиков В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных. Краснодар: КГАУ, 2014. 616 с.
2. Гируцкий И. И. Внедрение информационно-управляющих систем в сельскохозяйственное производство // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 2. С. 52–54.
3. Буряков Н. П. Кормление высокопродуктивного молочного скота. М.: Изд-во «Проспект», 2009. 416 с.
4. Бокова Т. И. Использование биологически активных добавок в рационе животных // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2008. № 9. С. 9–10.
5. Эффективность балансирования рационов коров по содержанию минеральных веществ / Аллабердин И. Л., Маликова М. Г., Шарифьянов Б. Г., Ярмухаметова З. М. // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 6. С. 53.
6. Эффективность использования премиксов в кормлении дойных коров / Чехранова С. В., Дикусаров В. Г., Струк В. Н., Агапова О. Ю. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2012. Т. 28, № 4.
7. Механизация приготовления кормов. Ч. 2 / Ведищев С. М., Капустин В. П., Глазков Ю. Е. и др. Тамбов: ИПЦ ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2015. 129 с.

8. Овчинников А. А., Засыпкин Ю. Ф. Эффективность использования соевого жмыха в рационах молодняка крупного рогатого скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2010. С. 126–132.
9. Степук Л. Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении. Минск: Ураджай, 1986. 152 с.
10. Щедрин В. Т., Ведищев С. М. Механизация приготовления кормов. Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 1998. 140 с.
11. Теория и конструкция адаптивного оборудования для новотельных коров с телятами / Скляр А. И., Корнейко А. А., Ужик В. Ф. и др. М.: Россельхозакадемия, 2005. 205 с.
12. Вильдман Э. К., Лийвакант А. А. Исследование движения корма в бункере барабанного дозатора // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1978. № 12. С. 25.
13. Вильдман Э. К., Лийвакант А. А. Определение целесообразной формы ячеек барабанного дозатора // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1980. № 6. С. 53–54.
14. Шамсиев Н. Бункерный порционный раздатчик кормов для свиноматок // Механизация заготовки, приготовления и раздачи кормов. 1981. С. 126–130.
15. Ведищев С. М., Глазков А. Ю., Прохоров А. В. Анализ дозаторов кормов // Вестник университета им. В. И. Вернадского. 2014. № 1 (50). С. 103–108.
16. Identification of a mixture of grain particle velocity through the holes of the vibrating sieves grain separators / Tishchenko L., Kharchenko S., Kharchenko F., Bredykhin V., Tsurkan O. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 2, Issue 7 (90). P. 63–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.65920>
17. Tishchenko L. N., Ol'shanskii V. P., Ol'shanskii S. V. On velocity profiles of an inhomogeneous vibrofluidized grain bed on a shaker // Journal of

Engineering Physics and Thermophysics. 2011. Vol. 84, Issue 3. P. 509–514. doi: <https://doi.org/10.1007/s10891-011-0498-4>

18. Сергеев Н. С., Николаев В. Н. Истечение сыпучих кормов из бункера многокомпонентного вибрационного дозатора // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 10. С. 65–67.

19. Дубровин А. В. Технологически оптимальное управление углом наклона неподвижной поверхности движения и взвешивания сыпучей кормовой смеси в потоке // Науковий Вісник НУБІП України. 2015. № 209 (1). С. 112–120.

20. Бойко И. Г., Русалев А. М., Скорик А. П. Обоснование конструктивно-технологической схемы решетного дозатора сыпучих концентрированных кормов // Вдосконалення технології та обладнання виробництва продукції тваринництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. 2009. Вип. 78. С. 236–242.

21. Русалев А. М. Результаты экспериментальных исследований процесса дозирования комбикормов решетным дозатором // Вдосконалення технології та обладнання виробництва продукції тваринництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. 2007. Вип. 62. С. 116–122.

22. Kharchenko S. Modeling the dynamics of the grain mixtures with the screening on cylindrical vibrating sieve separators // ТЕКА. Commission of motorization and energetics in agriculture. 2015. Vol. 15, Issue 3. P. 87–93.

23. Dynamical properties of vibrfluidized granular mixtures / Paolotti D., Cattuto C., Marini Bettolo Marconi U., Puglisi A. // Granular Matter. 2003. Vol. 5, Issue 2. P. 75–83. doi: <https://doi.org/10.1007/s10035-003-0133-y>

24. Pascoe R. D., Fitzpatrick R., Garratt J. R. Prediction of automated sorter performance utilising a Monte Carlo simulation of feed characteristics // Minerals Engineering. 2015. Vol. 72. P. 101–107. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2014.12.026>

25. Applications of Discrete Element Method in Modeling of Grain Postharvest Operations / Boac J. M., Ambrose R. P. K., Casada M. E., Maghirang R. G., Maier D. E. // Food Engineering Reviews. 2014. Vol. 6, Issue 4. P. 128–149.

26. Завражнов А.И. Механизация приготовления и хранения кормов. /Завражнов А.И., Николаев Д.И. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с. 2. Спиваковский А.О. Вибрационные питатели и вспомогательные устройства. / Спиваковский А.О. // – Машиностроение, 1972, – 225 с.

27. А. с. 716547 СССР, МКИ А 01 К 5/02 Раздатчик сыпучего корма для животных и птицы: / Бабанских И.С., Бойко И.Г. (СССР) – №2501347/30-15; заявл. 20.06.77; опубл. 25.02.80, Бюл. №7. – С. 48.

28. А.с. 378723 СССР, МКИ G 01 F 13/00 Винтовое дозирующее устройство: / Блехер И.Г., Гофман М.С., Байсбен М.М. (СССР) - 2354679; заявл. 17.04.71; опубл. 25.06.73, Бюл. №19. – С. 43.

29. А.с. 292070 . СССР, МКИ G 01 F 13/00 Дозатор для порошкообразных материалов: / Цветков А.В., Лебедев М.Н., Аршанский М.М. (СССР) - 1945679; заявл. 06.07.69; опубл. 05.11.71, Бюл. №4. – С. 37.

30. А.с. 449246 А.с. СССР, МКИ G 01 F 11/00 Шнековый дозатор: / Максимов Д.А., Дунин М.С. (СССР) – 1456087; заявл. 06.08.72; опубл. 23.09.74, Бюл. №41. – С. 33.

31. Акчурин А.А. Закономерности варьирования физико-механических и геометрических характеристик дозируемых сыпучих тел / Акчурин А.А. // Сб. трудов Казачского НТУ. Алма-Ата. 1997. – С. 30-33.

32. Миончинский П.Н. Производство комбикормов. / Миончинский П.Н., Кожарова Л.С. – М.: Колос, 1981. – 200 с.

33. А.с. 391404 СССР, МКИ G 01 F 11/00 Дозатор непрерывного действия: Мишкин А.Д., Акимов Е.Ф., Устинкин Г.Г. (СССР) – 1256743; заявл. 14.06.71; опубл. 09.12.73, Бюл. №31. – С. 23.

34. А.с. 391404 СССР, МКИ G 01 F 11/00 Дозатор непрерывного действия: Мишкин А.Д., Акимов Е.Ф., Устинкин Г.Г. (СССР) – 1547286; заявл. 12.07.71; опубл. 18.09.73, Бюл. №31. – С. 23.

35. Гордеев А.А. Классификация дозирующих устройств / Актуальные проблемы исследований в области зоотехнии: / Гордеев А.А // Сб. науч. трудов ЧСХИ. Чебоксары: ЧСХИ, 2000. – С. 155-157.

36. Ковалёнок О. Б. Опыт эксплуатации контейнеров для сыпучих грузов / О. Б. Ковалёнок, Л. В. Шведова // Промышленный транспорт. – № 6, 1984.
37. Малис А. Я. Пневматический транспорт сыпучих материалов при высоких концентрациях / А. Я. Малис. – М. : Машиностроение, 1969. – 210 с.
38. Рогинский Г. А. Дозирование сыпучих материалов / Г. А. Рогинский. – М. : Химия, 1978. – 175 с.
39. Черняев Н. П. Технология комбикормового производства / Н. П. Черняев. – М. : Колос, 1992. – 340 с.
40. Адамчук В. В. Влияние параметров и режимов работы рассеивающего органа на схождения с него частиц минеральных удобрений / В. В. Адамчук // Вестник аграрной науки. № 12, 2004. – С. 42-45.
41. Банга В. І. Обґрунтування конструкції індивідуального мобільного роздавача-дозатора концентрованих кормів / В. І. Банга // Вісн. Львів. Держ. ун-ту імені Івана Франка. Серія: Технічні науки. № 1, 2008. – С. 10-14.
42. Закон України "Про охорону праці"
43. ГОСТ 12.0.003-74 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація
44. Об'єкт підвищеної небезпеки // Юридична енциклопедія : [у 6 т.] / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] - К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2002. - Т. 4 : Н - П. - 720 с. - ISBN 966-7492-04-4.
45. Навчальний посібник з охорони праці / Дніпропетр. держ. агр. ун-т. - Дніпропетровськ, 2009 р. - 132 с.
46. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок
47. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 42.
48. Захарченко М.В., Орлов М.В., Голубев А.К. та ін. Безпека життєдіяльності у повсякденних умовах виробництва, побуту та у надзвичайних ситуаціях: Навчальний посібник. – К.: ІЗМИ, 1996. – 196 с.

49. Хижняк М.І., Нагорна А.М. Здоров'я людини та екологія. – К.: Здоров'я, 1995. – 232 с.

50. Яким Р.С. Безпека життєдіяльності людини. Навчальний посібник. Львів: Бескід Біт, 2005. – 304 с

## ДОДАТКИ





**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

## **Обґрунтування параметрів спірального дозатора сипких кормів**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МгМз-1-19  
Авраменко Володимир Віталійович

**Керівник:** к.т.н., доцент  
Дудін Володимир Юрійович

Дніпро 2021

## МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

**Мета роботи** - є підвищення точності дозування сухих концентрованих кормів дійним коровам шляхом обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів спірального дозатора.

### **Поставлені завдання:**

1. Провести аналіз сучасних технологічних процесів та конструкції дозаторів сипких комбікормів.
2. Дослідити робочий процес спірального дозатора і виявити аналітичні залежності для розрахунку його конструктивно-технологічних параметрів.
3. Експериментально дослідити вплив конструктивних чинників і режимів роботи спірально-гвинтового дозатора на показники процесу дозування і визначити раціональні конструктивно-технологічні параметри розробленого дозатора для дозованої видачі комбікормів.
4. Провести аналіз розробленого дозатора з точки зору охорони праці.
5. Виконати техніко-економічну оцінку розробленої конструкції спірального дозатора сипких кормів.

## АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

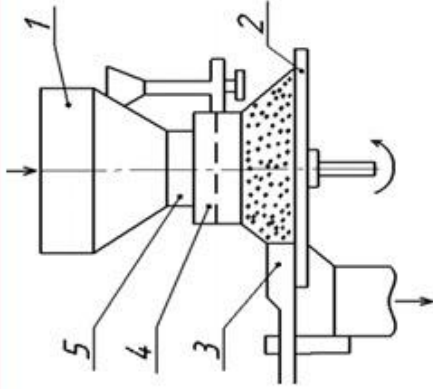


Рисунок 1 - Тарілчастий дозатор: 1 - бункер; 2 - тарілка; 3 - скребок; 4 і 5 - рухомий і нерухомий патрубки

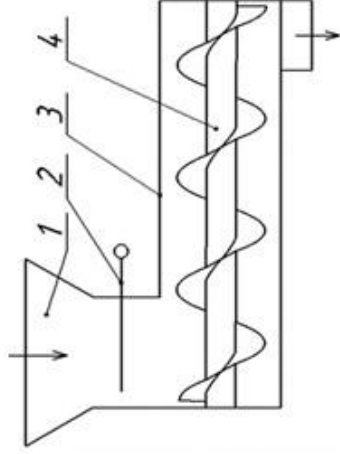


Рисунок 2 - Шнековий дозатор: 1 - бункер; 2 - заслінка; 3 - корпус; 4 - шнек

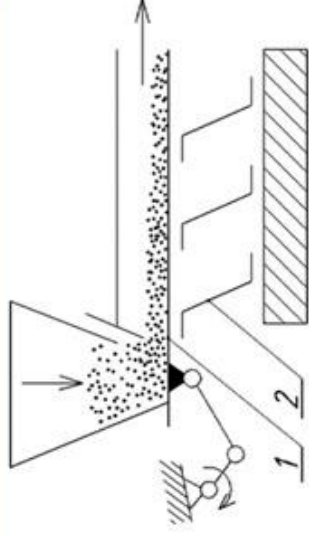


Рисунок 3 - Вібраційний дозатор: 1 - лоток, 2 - гнучка опора

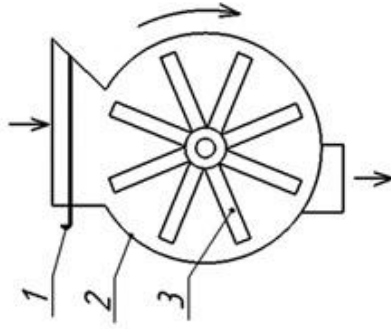


Рисунок 4 - Барабанний Дозатор: 1 - заслінка; 2 - корпус; 3 - лопатевої барабан

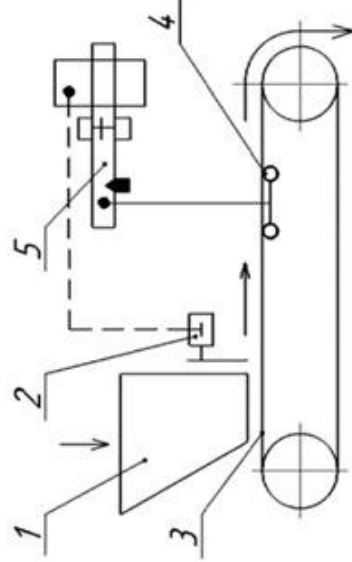


Рисунок 5 - Стрічковий дозатор: 1 - приймальний бункер; 2 - блок управління заслінкою; 3 - стрічка; 4 - Датчик маси; 5 - балансир

Аналіз відомих конструкцій і технологічних схем дозованої роздачі комбікормів показав, що найбільш перспективними з зоотехнічної та економічної точки зору є об'ємні дозатори.

Використовувані на молочно-товарних фермах і комплексах дозатори для видачі концентрованих кормів дійним коровам не в повній мірі задовольняють зростлим зоотехнічним і техніко-економічним вимогам до якості дозування і роздачі комбікормів.

## ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

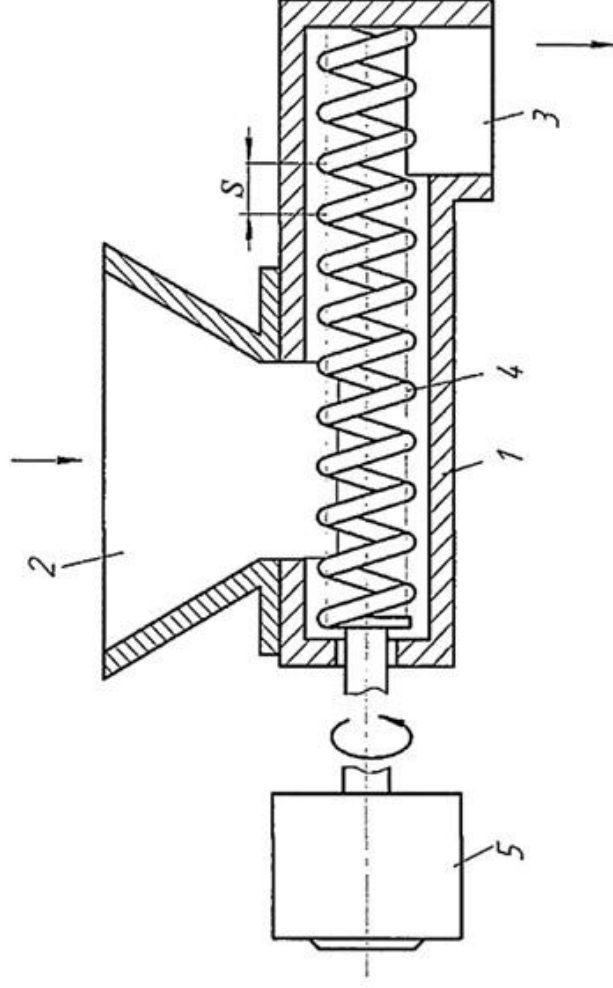


Рисунок 6 - Конструктивно-технологічна схема експериментального дозатора:

- 1 - циліндричний кожух; 2 - завантажувальний бункер; 3 - вивантажувальне вікно;  
4 - гвинтова спіраль; 5 -привід

Процес роботи дозатора наступний: комбікорм з бункера 2 під дією сили тяжіння надходить в циліндричний кожух 1, де під дією обертається спіралі 4, що приводиться в обертання приводом 5, транспортується до вивантажувального вікна 3.

## ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

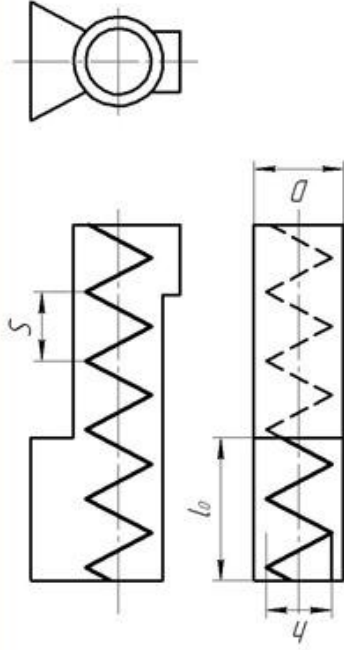


Рисунок 6 - Схема спірального дозатора

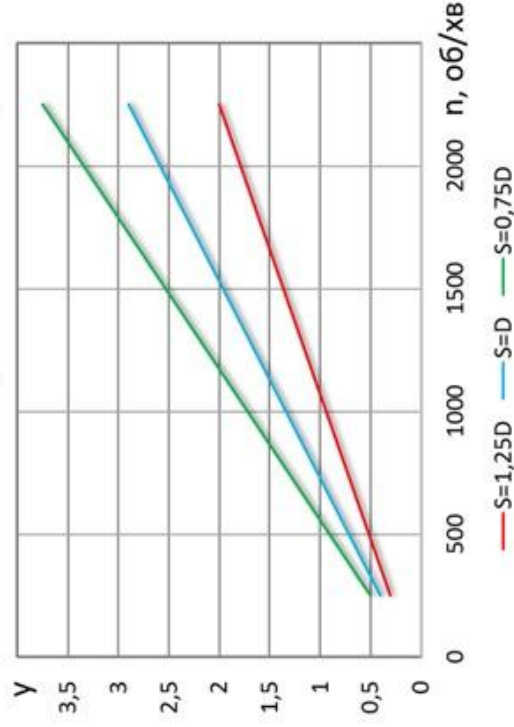


Рисунок 8 - Зміна відношення довжини завантажувального вікна до діаметру кожуха  $y = l_0/D$  в залежності від частоти обертання спіралі для різних значень кроку  $S = 0,75D, S = D, S = 1,25D$

За графіками на рисунках 8 та 9 для різних значень кроку довжину вивантажувального вікна можна виразити формулою:

$$l_0 = (1,37 \cdot 10^{-3}n - 0,05) \cdot s.$$

Цей вираз дозволить визначити необхідну довжину завантажувального вікна для конкретного спірального дозатора без складних математичних обчислень, з точністю, достатньою для практичного застосування.

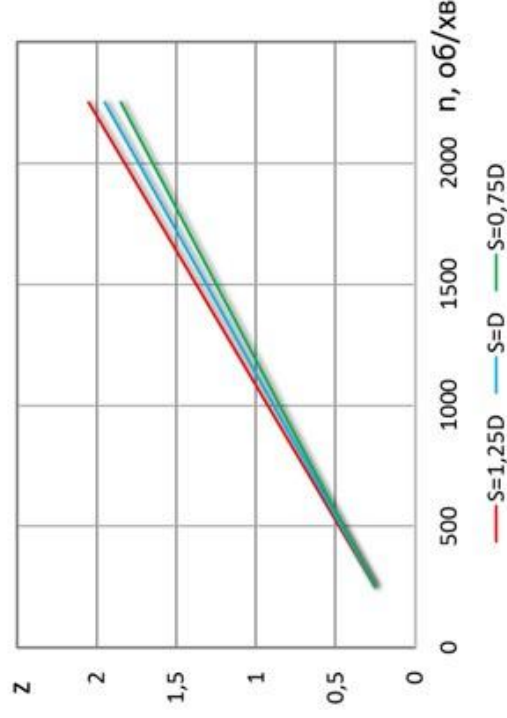


Рисунок 9 - Зміна відношення довжини завантажувального вікна до кроку спіралі  $z = l_0/S$  в залежності від частоти обертання спіралі для різних значень її кроку  $S = 0,75D, S = D, S = 1,25D$

## ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

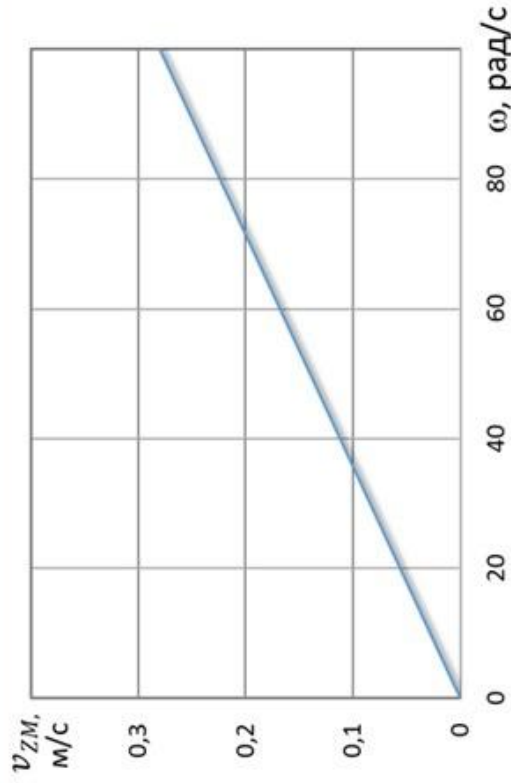


Рисунок 10 - Залежність середньої осьової швидкості корму  $v_{ZM_{ср}}$  від кутової швидкості спіралі  $\omega$

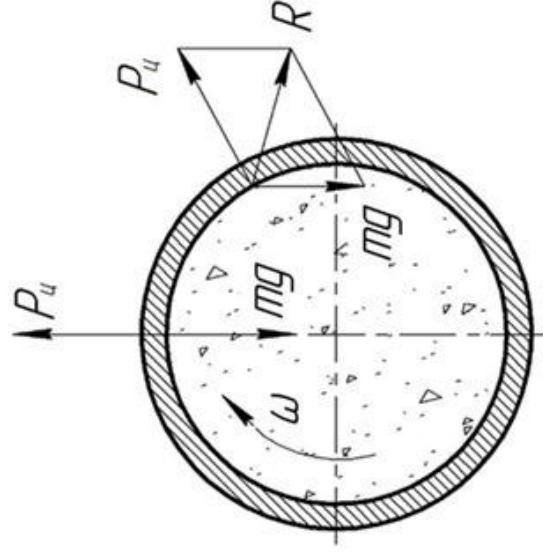


Рисунок 11 - Схема до визначення критичної кутової швидкості спіралі

$$\frac{\omega^2 r \sin^2 \alpha \cos^2 \beta}{\sin^2(\alpha + \beta)} \leq g \Rightarrow \omega_{кр} \leq \sqrt{\frac{g}{r} \cdot \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha \cdot \cos \beta}}$$

Мінімальна кутова швидкість спіралі, при якій створюється безперервне сипке тіло кільцеподібної форми, зменшується зі збільшенням діаметра спіралі (кожура транспортера), а також кроку спіралі. Величина  $\omega_{кр}$  показує критичну кутову швидкість спіралі, при якій значно ускладняється гравітаційне (самопливне) заповнення транспортера сипким кормом.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



Рисунок 12 - Загальний вигляд

експериментальної лабораторної установки: 1 - циліндричний корпус; 2 – спіраль; 3 – рама; 4 - ваги CAS SW-05; 5 - бункер з завантажувального горловиною; 6 – моторредуктор; 7 – тахометр; 8 - амперметр; 9 - перемикач

Таблиця 1 - Параметри робочих органів дозатора

Діаметр спіралі d, мм	Профіль смуги, мм	Крок спіралі s, мм	Зазор b, мм	Довжина спіралі l, мм
49	4×12	0,75d; 1d; 1,25d	2,0	600 ± 50

Таблиця 2 - Фактори і рівні варіювання

Позначення	Фактори	
	Частота обертання спіралі, хв <sup>-1</sup>	Крок спіралі s, мм
	$x_1$	$x_2$
Верхній рівень (+)	120	1,25d
Основний рівень (0)	90	1d
Нижній рівень (-)	60	0,75d

Для дослідження процесу дозування комбікормів спіральним дозатором, розроблена його модель, параметри робочих органів якої приведено в таблиці 1.

Експериментальні дослідження проводили з використанням теорії планування експерименту для двох факторів, зафіксованих на трьох рівнях. Критеріями оптимізації були: споживана потужність, питома подача, нерівномірність дозування.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

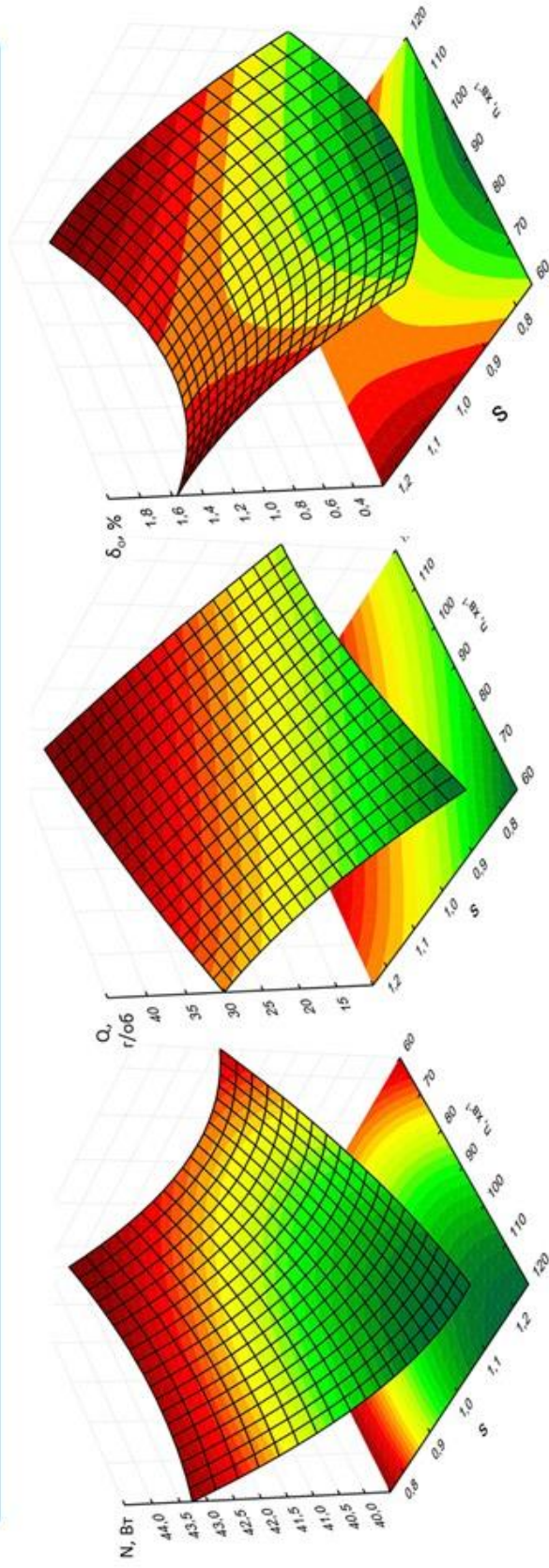


Рисунок 13 - Поверхні відгуку що характеризують залежності потужності приводу (а), питомої подачі (б) та нерівномірності дозування (в) від частоти обертання і кроку спіралі

Середня подача сухого матеріалу за одні оборот спіралі діаметром 49 мм при дискретному режимі роботи змінюється від 16,8 г/об до 42,5 г/об, споживана потужність знаходиться в межах 40 – 43,6 Вт. Нерівномірність дозування склала 0,78 – 1,76 %.

Оптимальні параметри для якісної роботи спіраль-гвинтового дозатора: діаметр спіралі - 49 мм, крок спіралі 0,75d і частота обертання 90 хв<sup>-1</sup>. При цих параметрах нерівномірність дозування не перевищує 2% від виданої маси корму, що є в межах зоотехнічних вимог – 5%.



ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

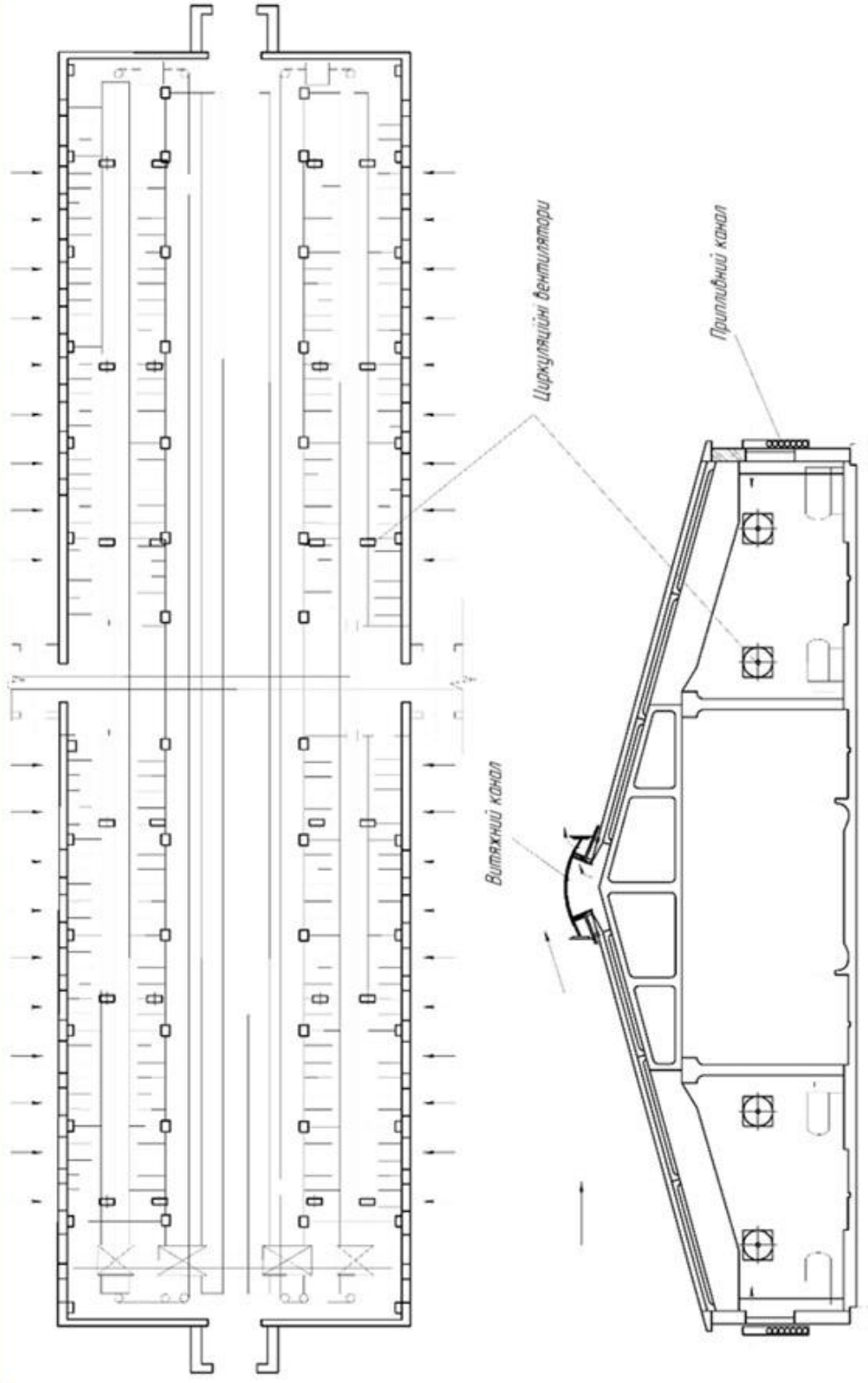


Рисунок 14 - Компонувальна схема системи вентиляції корівника

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Обслуговуючий персонал, люд	1	1
Встановлена потужність обладнання, кВт	0,75	0,55
Час роботи обладнання протягом доби, год.	2,4	2,4
Вартість Дозатора, грн.	26900	24200
Витрати на переобладнання, грн	-	2850
Експлуатаційні витрати, грн.	46269,86	45251,15
в тому числі: оплата праці	38591,47	38591,47
ремонт та ТО	2959,00	2662,00
амортизація обладнання	3228,00	2904,00
енергоресурси	1491,39	1093,68
Річна економія експлуатаційних витрат, грн.	-	1018,71
Термін окупності додаткових капіталовкладень, роки	-	2,78

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз відомих конструкцій і технологічних схем дозованої роздачі комбікормів показав, що найбільш перспективними з зоотехнічної та економічної точки зору є об'ємні дозатори. Використовувані на молочно-товарних фермах і комплексах дозатори для видачі концентрованих кормів дійним коровам не в повній мірі задовольняють зрослим зоотехнічним і техніко-економічним вимогам до якості дозування і роздачі комбікормів.
2. В ході теоретичних досліджень роботи спірально-гвинтового дозатора отримані уточнені вирази для визначення його конструктивно-режимних параметрів, в тому числі: швидкості витікання матеріалу з бункера; довжини завантажувального вікна; критичної частоти обертання; подачі дозатора; об'єм порції, яка видається за 1 оберт спіралі; споживаної потужності дозатора.
3. Середня подача сипкого матеріалу за один оберт спіралі діаметром 49 мм при дискретному режимі роботи змінюється від 16,8 г/об до 42,5 г/об, споживана потужність знаходиться в межах 40 – 43,6 Вт. Нерівномірність дозування склала 0,78 – 1,76 %. Оптимальні параметри для якісної роботи спірально-гвинтового дозатора: діаметр спіралі - 49 мм, крок спіралі 0,75d і частота обертання 90 хв<sup>-1</sup>. При цих параметрах нерівномірність дозування не перевищує 2% від виданої маси корму.
4. Базуючись на нормативній документації та згідно вимог охорони праці нами проведено обстеження розробленого дозатора сипких кормів, встановлена дія небезпечних та шкідливих факторів оператора. Для їх уникнення запропоновано відповідні заходи, зокрема проведено розрахунок системи вентиляції корівника. Для розробленого дозатора сипких кормів приведено правила безпечного виконання робіт.
5. Техніко-економічна оцінка запропонованого удосконалення дозатора довела його ефективність. Так при незначних вкладеннях на реалізацію запропонованої конструкції – 2850,00 грн. – річна економія експлуатаційних витрат складе 1018,71 грн., а термін окупності при цьому буде 2,78 року.

## **МАТЕРИАЛИ**

### **ЗА XIII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ**

## **НАСТОЯЩИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И РАЗВИТИЕ- 2020**

17 - 25 grudnia, 2020

Том 6  
Медицина  
Биологични науки  
Екология  
Ветеринарен  
Селско стопанство

София  
«Бял ГРАД-БГ» ООД  
2016

Материали за 13-а международна научна практична конференция, «Настоящи изследвания и развитие- 2020», Том 6. Медицина. Биологични науки. Екология. Ветеринарен. Селско стопанство: София. «Бял ГРАД-БГ» ООД - 92 стр.

Редактор: Милко Тодоров Петков

Мениджър: Надя Атанасова Александрова

Технически работник: Тагяна Стефанова Тодорова

Материали за 13-а международна научна практична конференция, «Настоящи изследвания и развитие- 2020», 17 - 25 януари, 2020 на Медицина. Биологични науки. Екология. Ветеринарен. Селско стопанство

За ученици, работници на проучвания.

Цена 10 BGLV

ISBN 978-966-8736-05-6  
© Колектив на автори, 2020  
© «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2020

2

**К.г.н. Дудін В.Ю., магістрант Авраменко В.В., магістрант Калько І.В.**  
*Дніпровський державний аграрно-економічний університет,  
 Україна*

### ВИКОРИСТАННЯ КОМБІКОРМІВ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ ЇХ ПРИГОТУВАННЯ

Відомо, що продуктивність сільськогосподарських тварин на 50...60 % залежить від якості кормів. Що стосується свиней та птиці, то в Україні переважає сухий тип годівлі з використанням концентрованих кормів, при цьому більше 80 % птиці годують повнораціонними комбікормами (рис. 1) [1].

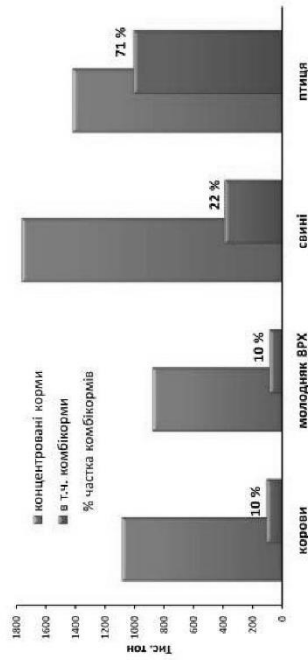


Рисунок 1 - Питома вага спожитих повнораціонних комбікормів у загальній кількості концентратів у с-г. підприємствах за видами худоби та птиці у 2020 році

В галузі свинарства цей показник значно нижчий і заходиться на рівні 20...22 %. Це можна пояснити тим, що біля 60 % всього поголів'я свиней в Україні зосереджено в господарствах населення та на малих (до 1000 голів) фермах [1] де годівлю тварин переважно здійснюють концентрованими кормами в чистому вигляді без приготування кормосумішей. З рис. 1 можна зробити висновок, що найбільше споживання концентратів спостерігається в галузі

свинарства, при цьому доля повнораціонних комбікормів досить низька – 22 %. Це пояснюється відсутністю або недостатністю обладнання для їх приготування на фермах з невеликим поголів'ям, хоча в Україні вони складають більшість (рис. 2 та 3), а саме змішувачів сипких кормів, які могли б використовуватись на малих фермах.

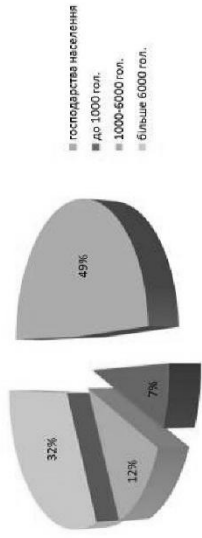


Рисунок 2 – Розподіл поголів'я свиней за категоріями та видами господарств

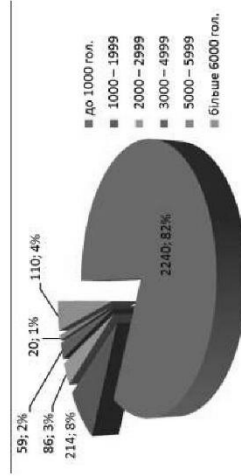
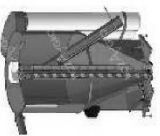




Рисунок 3 - Групування сільськогосподарських підприємств за наявністю поголів'я свиней

При цьому такі змішувачі повинні бути надійні, прості в експлуатації та забезпечувати необхідну якість процесу приготування комбікормів - високу однорідність процесу змішування.

На сьогодні найбільшого поширення в комбікормових установках малої продуктивності отримали три типи змішувачів: вертикальний шнековий, вертикальний лопатевий та горизонтальний спіраль-стрічковий (табл. 1).

Таблица 1 – Порівняльні характеристики різних типів змішувачів порційного типу

Конструктивна схема	Тип	Однорідність змішування, %	Питома енергосмісткість, кВт/т	Об'єм змішування, м	Призначення
	вертикальний шнековий	85...92	0,75...1,85	0,5...4,4	приготування комбікорів
	вертикальний лопатевий	92...97	3,6...5,5	0,08...0,6	приготування премісів, БМВД
	горизонтальний спіральний стрічковий	95...97	2,25...3,25	0,25...2,5	приготування премісів, БМВД, комбікорів

Як видно з табл. 1, найкращі показники по якості змішування мають горизонтальні змішувачі, оснащені спіралью-стрічковим робочим органом, при цьому питома енергосмісткість процесу знаходиться на середньому рівні.

**Література:**

Статистичний збірник: Тваринництво України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: [http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat\\_u/2015/zb/05/zb\\_tu\\_pdf.zip](http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/2015/zb/05/zb_tu_pdf.zip). – Назва з екрана.

**Н.К. Жаңалдиев, Абрашева К. М., Поляков В.В., П.С. Дмитриев**  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИТОПРЕПАРАТА ИЗ ШЕЛУХИ ЛУКА РЕПЧАТОГО (ALLIUM SERA) В КАЧЕСТВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО БИОСТИМУЛЯТОРА РОСТА СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СПЕЦИАЛЬНОГО ТЕРМОСТАТА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ТПС-2.....34

**Зоология**

**Кармышев Ю.В., Орлян Л.Л. ПРЕДСТАВИТЕЛИ**  
**ГЕРПЕТОКОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА .....40**

**Биохимия и биофизика**

**Думенко В.П., Цмуз Т.П. ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ РІДИН**  
**ФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ .....44**

**ЭКОЛОГИЯ**

**Мельник А.П, Німечь Н.М., Подутов М.О. ПІДВИЩЕННЯ**  
**ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПОВЕРНЕННІ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВИХ**  
**ВОД НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ.....50**

**ВЕТЕРИНАРЕН**

**Скворцов А.И., Евылков Н.В., Сагтаров В.Н. МОРДОВНИК**  
**ШАРОГоловый, или ЕЖОВИК КРУГОЛОВОЙ – НАДЕЖНЫЙ**  
**НЕКТАРОПЫЛЬЦЕНОС .....55**

**СЕЛСКО СТОПАНСТВО**

**Механизация на селското стопанство**

**Ермаков С.В., Борис Н.М. СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕШЕНИЙ**  
**ЛЕСОПОСАДОЧНЫХ МАШИН С ТРЕБОВАНИЯМИ ДЛЯ**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ДРЕВЕСНЫХ КУЛЬТУР (ИВА, ТОПОЛЬ).....60**

**Дулди В.Ю., Авраменко В.В., Калько**  
**ВИКОРИСТАННЯ КОМБІКОРМІВ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ ЇХ ПРИГОТУВАННЯ 63**

**Земеделието, почвата и агрохимия**

**Сейітказиев Ә.С., Сейітказиева Қ.Ә., Ергазы М.Б., Смайлова А.Қ.**  
**ТОПЫРАҚТЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ АЛМАСУЛАРЫН АНЫҚТАУ .....66**

**Сейітказиев Ә.С., Естаев Қ.А., Сейітказиева Қ.Ә., Ергазы М.Б.**  
**ТОПЫРАҚТЫҢ ЫЛГАЛДЫҒЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ҮЛЕСТІК СУ**  
**АҒЫЗЫНДЫСЫ.....72**

**Нуржанова С.Б., Малимбаева А.Д., А. М. Шибикеева ҚЫЯР ДАҚЫЛЫ**  
**ӨСІРІЛГЕН КҮНГІРТ ҚАРА-ҚОҢЫР ТОПЫРАҚТЫҢ ҚОРЕКТІК РЕЖИМІ. 76**