

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту

Завідувач кафедри

_____ **Войтік А.В.**

“ ____ ” _____ 2023 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній рівень)

на тему **«УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПІДГОТОВКИ ТА**
РОЗДАВАННЯ КОРМОСУМІШЕЙ МОБІЛЬНИМ
КОРМОРОЗДАВАЧЕМ»

Виконав: студент 2 курсу, групи 22 м-ім

Спеціальність 208

«Агроінженерія»

Богачук Р.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Головатюк А.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Олег КЕПКО

(прізвище та ініціали)

м. Умань - 2023 рік

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінженерії
Спеціальність 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Войтік А.В..
« _____ » _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студенту Богачуку Роману Олександровичу

Тема роботи: Удосконалення елементів підготовки та роздавання кормосумішей мобільним кормороздавачем..»

Керівник роботи: к. с-г. н. Головатюк Анатолій Анатолійович
затверджено наказом Уманського НУС від «14 листопада 2023 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом роботи – «25» листопада 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи літературні джерела, технологічні та технічні рішення, методичні вказівки, методики.

4. Перелік питань, які потрібно розробити Вступ. 1. Огляд літератури. 2. Умови, схема та методика проведення дослідження. 3. Результати дослідження. Висновки. Список використаних джерел.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна ефективність	Головатюк А.А.		
Охорона праці	Прокопенко Е. В.		

6. Дата видачі завдання – «___» _____ 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Завершення наукових досліджень	30.08.23 р.	
2.	Вступ	04.09.23 р.	
3.	Огляд літератури	18.09.23 р.	
4.	Умови, схема і методика проведення дослідження	02.10.23 р.	
5.	Результати дослідження	16.10.23 р.	
5.1.	Технологічна частина	23.10.23 р.	
6.	Висновки	30.10.23 р.	
7.	Охорона праці	06.11.23 р.	
8.	Економічна ефективність	13.11.23 р.	
9.	Список використаних джерел	20.11.23 р.	
10.	Додатки (матеріали для презентації)	20.11.23 р.	
11.	Подання студентом роботи	25.11.23 р.	

Студент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Аналіз сучасного стану виробництва в країні продукції молочного скотарства показує, що ефективно розвиток цієї галузі може бути забезпечено тільки на якісно новому технологічному і технічному рівнях. При цьому потреба машин і в устаткуванні на 90% здійснюється за рахунок імпортової техніки.

Стратегія розвитку техніки та машинних технологій для ферми комплексів виробництва молока передбачає створення виробництва нової інноваційної техніки для комплексної механізації та автоматизації.

Важливим елементом стратегії є вдосконалення технології роздачі кормів застосовуваних для цієї цілі технічних пристроїв, зумовлює використання техніки, обладнання та працівників.

Перший досвід експлуатації кормових вагонів показав, що у виробничих умовах не завжди вдається повною мірою реалізувати їх можливості.

Таким чином, аналіз умов функціонування існуючих перспективних зразків техніки, їх модернізація, а також обґрунтування складу технологічних ліній є пріоритетною завданням при вдосконаленні процесу приготування та роздачі кормів з метою підвищення рентабельності та конкурентоспроможності виробництва.

Предметом дослідження є закономірності впливу параметрів, режимів роботи, кормових вагонів в умовах функціонування при умовах застосовування технічних засобів та часу їх роботи на тривалість процесу приготування і роздачі кормосумішей.

Наукову новизну роботи складають :

- модель визначення тривалості процесу приготування та роздачі кормосумішей на фермах ВРХ з урахуванням ймовірності характеру складових балансу часу роботи мобільного кормоцепа при будь-якій кількості компонентів в кормосуміші та кормового вагона при обслуговуванні технологічних груп тварин ;
- технічні рішення з складу технологічної лінії приготування роздачі кормосумішей на фермах врх і конструкції кормового вагону.

З урахуванням конкретних виробничих умов запропонована система автоматичного зміни норми видачі кормосуміші кормовим вагоном, що дозволяє працювати в автоматичному режимі та забезпечує зниження втрат.

Робота складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку літератури, викладена на 83 сторінках комп'ютерного тексту, у тому числі 73 сторінок основного тексту, 5 таблиці, 42 ілюстрацій, список літератури із 42 найменувань.

Зміст

Вступ.....	6
РОЗДІЛ 1 Огляд тенденцій в області механізації і автоматизації процесу приготування і роздачі кормосумішей на фермах ВРХ.....	9
1.1 Технологічна лінія для приготування і роздачі кормосумішей на базі мобільних кормоцехів.....	10
1.2 Автоматичні системи годівлі на фермах ВРХ.....	14
1.3 Порівняльна оцінка ефективності технологічних ліній на базі мобільних кормоцехів і автоматичних систем годівлі.....	21
РОЗДІЛ 2. Теоретичні дослідження обґрунтування конструктивно-режимних параметрів кормового вагону.....	28
2.1 Обґрунтування швидкісних параметрів кормового вагона в залежності від схеми годівлі.....	34
2.2 Обґрунтування складу технологічної лінії приготування і роздачі кормосумішей на фермах ВРХ.....	38
РОЗДІЛ 3. Результати експериментальних досліджень.....	42
3.1 Результати виробничих досліджень роботи мобільного кормоцеху.	43
3.2 Результати моделювання роботи мобільного кормоцеху.....	45
3.3 Результати виробничих досліджень роботи кормового вагону.....	47
3.4 Результати моделювання роботи кормового вагону.....	52
3.5 Результати лабораторних досліджень системи автоматичного зміни норми видачі кормосуміші кормовим вагоном.....	57
3.6 Результати обґрунтування складу технологічної лінії приготування і роздачі кормосумі.....	62
РОЗДІЛ 4.Охорона праці.....	67
4.1 Аналіз умов та заходів з охорони праці.	67
4.2 Розробка організаційно-технічних заходів з охорони праці під час роздавання кормів.....	68
4.3 Моделювання виробничих небезпек	70
РОЗДІЛ 5 Техніко-економічна оцінка запропонованих рішень.....	72
Використана література.....	78

Вступ

Важливим ознакою прогресивності технології є можливість автоматизації виробництва тваринництва. Аналіз сучасного стану виробництва в країні продукції молочного скотарства показує, що ефективне розвиток цієї галузі може бути забезпечено тільки на якісно новому технологічному і технічному рівні. Нововведення дозволяють більш повно реалізовувати генетичний потенціал тварини, раціонально використовувати корми, енергетичні, фінансові та трудові ресурси, основні фонди і отримувати високоякісну, екологічно чисту продукцію [8].

Зарубіжний досвід показує, що розвиток сільського господарства йде по шляху автоматизації виробництва. Це обумовлюється вимогами підвищення ефективності виробництва.

Характерним прикладом є технологічний процес машинного доїння корів. Активне впровадження доїльних роботів в Європі обумовлено не тільки отриманням позитивних технологічних ефектів системи добровільного доїння, але і соціальним аспектом-дружини фермерів бажали, щоб у їх чоловіків було більше вільного часу для спільного його проведення.

Нові автоматичні системи, звичайно, вимагають значних капітальних вкладень. У Німеччині кажуть що прибуток від використання вітряків отримують тільки їх онуки. Відпрацювання питань ефективного застосування нових технологій актуальне вже зараз, тим більше що проблема нехватки трудових ресурсів в сільському господарстві в майбутньому буде тільки загострюватись.

При цьому потреба машинного обладнання на 90% здійснюється за рахунок імпоротної техніки. Досвід показує, що вартість машин і обладнання зарубіжних фірм в 1,5-3,0 рази вищий аналогічних вітчизняних [4].

Стратегія розвитку техніки і машинних технологій для ферми комплексного виробництва молока передбачає створення виробництва нової інноваційної техніки для комплексної механізації і автоматизації процесів ферми [15].

Важливим елементом стратегії є вдосконалення технології роздачі кормів, застосовуваних для цієї цілі технічних пристроїв. обумовлює традиційне використання техніки, обладнання. На долю роздачі кормів доводиться до 30-40% витрат по догляду за тваринами [33].

Найбільш перспективною схемою годівлі худоби є одночасна роздача всіх кормів у вигляді збалансованих кормосумішей, що дозволяє підвищити продуктивність на 12-15%, виключити втрати і псування компонентів, забезпечити умови для механізації видачі кормового раціону [15], забезпечується стабільний перебіг процесу перетравлення кормів по всьому травному тракту [23].

Між тим, в науковій літературі основна увага приділена обґрунтуванням параметрів режимів роботи окремих технічних рішень. не менш важливим є власний підбір технічних засобів для приготування та роздачі кормосумішей на фермах ВРХ з рахунком імовірного характеру їх функціонування, особливостей, обслуговування технологічних груп тварин, зоотехнічних вимог до режиму годівлі.

Крім цього, поширення за кордоном автоматизованих технологічних ліній приготування та роздачі кормосумішей на базі мобільних кормороздавачів на вітчизняних фермах вимагає вивчення досвіду їх використання та вироблення рекомендацій по їх ефективному застосуванні.

Перший досвід експлуатації кормороздавачів показав, що у виробничих умовах не завжди вдається в повній мірі реалізувати їх можливості.

Так, перший досвід використання кормороздавачів в показав, що через нерівномірне поїдання кормосуміші в автоматичному режимі роботи практично не використовується. І облік залишків кормосуміші на кормовому столу не досліджувався.

Таким чином, аналіз умов функціонування існуючих перспективних зразків техніки, їх модернізація, а також обґрунтування складу технологічних ліній є пріоритетною завданням при вдосконаленні процесу приготування і роздачі кормів з метою підвищення рентабельності і конкурентоспроможності

У науковій літературі є велика кількість робіт, присвячених оцінці ефективності існуючих технічних рішень для приготування роздачі кормів на фермах ВРХ. Розробляються нові зразки техніки, що дозволяють скоротити експлуатаційні витрати, підвищити ефективність її використання. Наукові дослідження по даному напрямку проводили: Вагін Б.І., Карпов В.П., Різник Є.І., Савіних П.А., Сироватка В.І., Тихомиров І.А., Тищенко М.А., Цой Ю.А., Шварц С.А.і, а також закордонні вчені Belle Z., Bisaglia C., Calcante A., ChiumentiA., Da Borso F., Grothmann A., Haidn B., Nydegger F., Oberschätzl R., Pezzuolo A., Tangorra F.і ін.

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування технологічної лінії приготування і роздачі кормосумішей на фермах ВРХ шляхом обґрунтування її складу та вдосконалення конструкції кормороздавача.

Завдання дослідження:

- 1) провести огляд технологій і засобів механізації і автоматизації процесу приготування роздачі кормосумішей на фермах ВРХ;
- 2) розробити математичну модель обґрунтування складу технологічної лінії приготування та роздачі кормосумішей на фермах ВРХ з використанням мобільних кормоцехів при будь-якій кількості компонентів і кормороздавачів;
- 3) розробити конструкцію та обґрунтувати конструктивно-технологічні параметри системи автоматичного зміни норми видачі кормосуміші кормороздавачем в залежності наявності їх залишків кормовому на кормовому столі;
- 4) провести експериментальне дослідження функціонування мобільних кормоцехів на фермах врх;
- 5) провести моделювання роботи мобільного кормоцеху при приготуванні кормосуміші і при її роздачі кормороздавачем;
- 6) дати техніко-економічну оцінку запропонованих рішень.

Предметом досліджень є закономірності впливу параметрів, режимів роботи, умов функціонування технічних засобів, що застосовуються і імовірнісного характеру складових балансу часу їх роботи на тривалість процесу приготування роздачі кормосумішей.

РОЗДІЛ 1 Огляд тенденцій в області механізації і автоматизації процесу приготування і роздачі кормосумішей на фермах ВРХ.

За даними академіка П.Н. Прохоренко, молочна продуктивність корів на 60 % визначається рівнем і повноцінністю годівлі, на 30% - генотипом [8]. На молочну продуктивність корів впливають багато факторів, найважливішими з яких є технологія годівлі

На думку академіка Л.П. Кормановського ідеальним є щоденна зміна раціонів годівлі, що практично неможливо здійснити без наявності на фермах автоматизованих систем управління доїнням і годівлею. Більше реальним є зміна диференційованих раціонів для різних груп тварин через 10–15 днів [25].

Однією з найбільш перспективних є технологія годівлі ВРХ, відповідно з якою всі види кормів дають тваринам одноразово у вигляді збалансованої по поживності кормосуміші (в Німеччині позначається Total Mischration, англomовних країнах – Total mixed Ration -TMR (повнозмішаний раціон) або Unifeed (єдиний корм).

В останній час за кордоном ця система годівлі стала основною для господарств з високою молочною продуктивністю тварин. суспільство полягає в рівномірності протікання процесу травлення, оскільки кожною порцією корови приймають збалансовану поживну кормосуміш. Для рубця створені оптимальні умови, оскільки усі поживні речовини і структуроутворюючі компоненти корму надходять в рівномірному співвідношенні. Коливання значення рН в рубці практично відсутні, внаслідок чого запобігає порушенню нормального метаболізму. Наряду з поліпшенням здоров'я тварин досягається і більш ефективне використання кормів за рахунок кращих поїдаємості (практично повністю виключається вибіркoве поїдання найбільш апетитних компонентів раціону) і зниження втрат. Крім того, з'являється можливість включати в раціони альтернативні види корму, які, володіючи поживними властивостями і задовільною засвоюваністю погано поїдаються в натуральному вигляді, а також підбирають оптимальні раціони годівлі. За даними німецьких вчених, перехід від роздільної роздачі кормів на кормосуміші заздалегідь

заданою поживною цінністю дозволяє підвищити продуктивність корів на 0,9 кг молока на добу і скоротити витрати основних кормів на 20-30% [17].

Також слід прийняти до уваги, що годівля тварин повноцінними збалансованими по поживності кормосумішками має технологічну особливість, суть якої полягає в необхідності ділення молочного стада на виробничі групи по продуктивності тварин.

1.1 Технологічна лінія для приготування і роздачі кормосумішей на базі мобільних кормоцехів

Для реалізації технології годівлі ВРХ повноцінними кормосумішками розроблені і випускаються універсальні подрібнювачі-змішувачі-роздавачі кормів, мобільні роздавачі (**рис.1.1**), що поєднують всі основні технологічні операції приготування та роздавання кормів, до них пред'являються особливі вимоги, що стосуються якості подрібнення вихідних компонентів, однорідності змішування, рівномірності роздачі і т. д.. Переважне поширення в перший час отримали машини, оснащені 1–3 горизонтальними шнеками для подрібнення змішування компонентів раціону. Зараз випускаються пристрої переважно з вертикальними шнеками конічної форми, на долю яких доводиться до 90% продаж [16]. В розрахунку на 1 м³ ємності вони дешевше горизонтальних, мають менше швидкостей, що зношуються деталей, легше переобладнуються над двосторонню роздачу корму краще справляються з переробкою тюків соломи і сіна.



Рисунок1.1 -Мобільні роздавачі компаній SILOKING і KEENAN.

Рідше зустрічаються пристрої з робочими органами мотовильного і вентиляторного типів.

Застосування в кормоприготуванні даних машин, виконуючих функцію «кормоцехів на колесах», дозволяє вирішити проблему транспортування, подрібнення та змішування корму, не потребуючи складного транспортно-змішувачого обладнання, капітальних будівель кормоцехів, також систем транспортерів. [27].

Використання комбінованих і багатофункціональних агрегатів дозволяє підвищити рівень механізації всіх процесів операцій в тваринництві від 25 до 70–75 %, що забезпечить зростання продуктивності корів на 25–30 %, знизити витрати праці 2,6–3,0 рази [15].

Зараз намітилася тенденція створення багатофункціональних технічних засобів, що поєднують всі операції по завантаженні, подрібнення, змішування компонентів, їх подальшої транспортування роздачі готових кормосумішей тваринам. розроблені причіпні мобільні кормоцехи з різними пристроями для самозавантаження (Рис. 1.2). цьому особлива увага приділяється якості виїмки кормів із траншей для запобігання їх аеробного псування і розвитку мікробіологічних процесів.



Рисунок 1.2 -Мобільні кормоцеху з пристроями для самозавантаження

У великих господарських комплексах ефективно застосовуються самохідні пристрої (Рис.1.3). Однак, незважаючи на свою потужність, продуктивність і багатофункціональність, вони дорогі і складні в обслуговуванні і навіть в умовах західноєвропейських країн рентабельні тільки

при обслуговування високопродуктивного стада.



Рисунок 1.3 -Самохідний роздавачі формується зріз після виїмки кормів із траншеї фрезерним обладнанням.

Деякі компанії займаються виробництвом самохідних роздавачів, змонтованих на рамі вантажного шасі (Рис. 1.4). є моделі у вигляді напівпричепа, на якому встановлено змішувач з власним автономним двигуном внутрішнього згоряння. Дані пристрої ефективно застосовуються в господарствах з великими відстанями переїздів, при цьому з'являється можливість обслуговування кількох віддалених тваринницьких ферм [9, 18].

На основі аналізу вітчизняного і зарубіжного досвіду роботи особистих підсобних і фермерських господарств Є.І. Резником, В.К. Скоркіним, М.Г. Теплицьким, з використанням ЕОМ складено більше 40 технологічних ліній для реалізації 16 різних схем приготування і роздачі кормів, також проведена оцінка їх економічної ефективності [13].



Рисунок1.4 -Самохідний і причіпний кормозмішувач на вантажному шасі

Досвід функціонування молочних ферм показує ефективність використання мобільних кормоцехів як стаціонарні засоби для приготування

кормосумішей і подальшої її роздачі кормороздавачами типу КТУ-10А [9].

Багато виробників випускають стаціонарні кормозмішувачі на базі мобільних пристроїв, що дозволяє використовувати їх в якості малогабаритних кормоцехів (рис.1.5).



Рисунок 1.5 -Стаціонарні змішувачі компанії SILOKING

У деяких випадках раціонально використовувати запропоновані стаціонарні кормозмішувальні агрегати, розміщені в невеликих приміщеннях, з'єднаних зі складом зберігання концентрату безпосередньо у цих складах. Використання таких машин дозволяє готувати кормосуміші і роздавати їх тваринам простими кормороздавачами. Готовий корм завантажується в кормороздавач за кілька секунд, поки ця порція видається тваринам, в суміші вже готується нова [10], такі технології суттєво знижують тривалість процесу роздачі кормів, і підвищується ефективність використання кормороздавача.

Незважаючи на широке поширення і переваги мобільних кормоцехів, їх застосування не завжди є раціональним рішенням. Це дорогі енергоємні технічні засоби. кг/м^3 , питома енергоємність-не менше 3,8 і 6,4 кВт/м³ для машин з горизонтальними і вертикальними шнеками відповідно [23]. В порівнянні з звичайними кормороздавачами металомісткість мобільних кормоцехів більше ніж у два рази [19]. У даному напрямку ведуться роботи по вдосконаленню конструкції.

До основним недоліків мобільних кормоцехів слід віднести необхідність улаштування додаткових утеплених тамбурів корівника, особливо у північних регіонах, для зниження надходження холодного повітря в приміщення

При використанні мобільних кормоцехів потрібно облаштовувати

територію, що вимагає додаткових витрат. Також необхідно приймати до уваги габаритні розміри даних пристроїв, які повинні відповідати розміру воріт, ширині проїзду і ширині розкладки корму при використанні кормових столів.

В останній час при годівлі стали використовуватися кормові столи. Він повинен бути достатньо широким не менше 4,5 м, що знижує ефективність використання площі приміщень [4].

Таким чином, використання мобільних кормоцехів найбільше є раціонально як засіб приготування кормосуміші і завантаження її накопичувачі дозуючі бункера, а також обслуговування тварин на вигульних кормових майданчиках.

Подальша роздача кормосуміші тваринам повинна проводитися системами, функціонуючими всередині приміщень, особливо при цілорічній стійловій системі утримання тварин.

1.2 Автоматичні системи годівлі на фермах ВРХ.

У теперішній час перспективною технологією для годівлі ВРХ-є використання автоматичних систем годівлі (АСГ), які різняться технічною складністю, рівнем автоматизації і іншими параметрами [10]. Їх виробництвом займаються такі компанії як GEA Farm Технології GmbH (Німеччина) [15], EDER GmbH (Німеччина) [13], KUHN System TKS (Німеччина та Норвегія) [18], Wasserbauer (Австрія) [25], Hetwin (Австрія) [26], SCHAUER Agtronomic GmbH (Австрія) [13], Jeantill (Франція) [17], Trioliet (Нідерланди) [14], Lely (Нідерланди) [19], Schuitemaker (Нідерланди) [12], DeLaval (Швеція) [12], Pellon (Фінляндія) [10], Cormall (Данія)[10], Euromilk (Польща)[14], Rovibec (Канада)[11], Dawoon Co., Ltd. (Південна Корея) [11] і ін. за оцінками зарубіжних дослідників в 2020 році працювало 1250 таких систем [26], переважно на фермах Німеччини, Австрії і скандинавських країнах [25], Голландії [6], Канаді і Японії [17].

При індивідуальне годівлі для точно дозованої видачі концентрованих кормів застосовуються кормові станції -GEA Dairy Feed C 8000, DeLaval Feed Stations FSC40 і FSC400, Lely Cosmix (Рис.1.6) спеціальні кормові його гони - DeLaval FM і FW200, Pellon Concentrate Feeder. Також цю операцію можуть виконувати доїльні роботи - DeLaval VMS, у боксах в процесі доїння тварини отримують задану порцію корму. Ідентифікація корів описаним обладнанням здійснюється при допомоги спеціальних пристроїв-транспонтерів, або по розташуванню стійла.



Рисунок1.6 –Кормова станція Lely Cosmix

Частково автоматизувати процес годівлі дозволяють стрічкові кормороздавачі. У більшості виробників вони розташовуються над кормовим столом або безпосередньо над тваринами, наприклад: Pellon Belt Feeder, Cormall Belt Feeder, GEA Belt Feeder (**Рис.1.7**). одна установка може видавати корм на ліворуч, праворуч, скидаючи їх стрічки на кормовий стіл, як показано на **рис.1.7**, обслуговується лише один ряд.



Рисунок1.7 -Схема роботи (ліворуч) та загальний вид автоматичного стрічкового кормороздавач GEA Belt Feeder (праворуч).

Також існують рішення з розташуванням в годівницях - EDER feedstar (Рис.1.8).



Рисунок1.8 -Автоматичний стрічковий кормороздавач EDER feedstar.

Розглянуті стрічкові кормороздавачі працюють в автоматичному режимі. Участь людини потрібно лише для завантаження стаціонарного змішувача необхідними компонентами раціону і для складання програми годівлі. Головна перевага даних систем полягає в тому, що вони займають найменшу площу.

Найбільш поширені системи з функцією роздачі кормосумішей в яких виконують кормові вагони, переважно підвісного типу [3, 4, 25]. від рівня автоматизації і технічної складності. Система також може включати стаціонарний змішувач для приготування кормосуміші і для автоматичної завантаження кормороздавача, бункери-накопичувачі для автоматичної подачі компонентів змішували безпосередньо в кормовій вагон функцією змішування, транспортери.

Кормовий вагон (Рис. 1.9) представляє собою кормороздавач невеликого обсягу, що працює в автоматичному режимі відповідно склад-ленної програмі годівлі.



Рисунок 1.9 -Підвісний кормовий вагон Triomatic HP 2 300 (зліва); кормовий вагон нашасі Jeantil Automatic Feeding (праворуч)

Дані пристрої відрізняються за наступними основними ознаками:

- По типу завантаження.
- Завантаження готовою кормосумішшю (наприклад, з стаціонарного змішувача), завантаження окремих компонентів (наприклад, з бункерів-накопичувачів або грейферним пристроєм) або самозавантаження;
- По наявності та типу робочого органу для подрібнення та/або змішування компонентів без робочого органу (поздовжній транспортер), пристроєм для змішування компонентів, пристроєм для подрібнення та змішування компонентів;
- По джерелу харчування-ДВС, АКБ, буксирний;
- По типу ходової системи:

Компанія Trioliet виробляє три типів кормороздавачів: Triomatic HP 2 300 підвісного типу Triomatic WP 2 300 на шасі.

Дані пристрої об'ємом 3 м³ працюють від мережі; Triomatic WB 2 250 об'ємом 2,5 м³ працює від акумуляторів. Всі зазначені кормові вагони оснащуються двома вертикальними шнеками для змішування, поперечним реверсивним транспортом можуть застосовуватися в поєднанні зі стаціонарним змішувачем Trio-matic T 20 або з кормовими кухнями Triomatic T 30 або T 40.

Компанія DeLaval виробляє два типи підвісних кормороздавачів: RA135 об'ємом 2,5–3,1 або 3,7м³ працює від мережі та OTS100 об'ємом 1,6м³ –Від акумуляторів. Дані пристрої включають подовжній і поперечний реверсивний транспортери, бітерний пристрій і можуть працювати в поєднанні зі стаціонарним змішувачем (система OptimatTM) або з кормовою кухнею OptimatTM Plus або OptimatTM Master [12].

Компанія Lely виробляє кормовий вагон на шасі об'ємом 2 м³, вхідний у складі системи Vector. Він оснащений одним вертикальним шнеком для змішування.

Компанія Pellon виробляє кормові вагони для прив'язного утримання-Combi (роздача основних кормів + дозування концентрованих кормів) об'ємом

1,5–2,1–2,5–13,1 м³ – для безприв'язного утримання -TMR об'ємом 2 м³ пристроєм для змішування та Free Stall Robot об'ємом 1,5 і 2,5 м³.

У залежності від рівня автоматизації і технічної складності можна, можливо виділити три типу АСГ з кормороздавачем:

№1: навантажувальний засіб – стаціонарний змішувач – кормовий вагон – тварини (рис.1.10). Завантаження компонентів в стаціонарний суміш здійснюється навантажувальними засобами співчасно людини, потім в автоматичному режимі прямують операції по завантаженні готовою суміші в кормовий вагон і роздачі її тваринам.



Рисунок1.10 -Схема автоматичної системи годівлі №1

№2: зона завантаження – кормовий вагон з функцією змішування - тварини (Рис.1.11). кормовий вагона здійснюється автоматично-відповідно до програми годівлі з відповідних бункерів-накопичувачів для зберігання основних концентрованих кормів. Потім компоненти переміщуються робочим органом, виготовлена суміш видається тваринам. Дана система повністю автоматизована. Участь людини вимагається тільки для своєчасного наповнення бункерів-накопичувачів і для складання програми годівлі.



Рисунок1.11 -Схема автоматичної системи годівлі №2 (зліва); Кормовий вагон Triomatic WP 2 300 і кормова кухня Triomatic T30 (праворуч).

№ 3: бункери-накопичувачі - стаціонарний змішувач - кормовий вагон - тварини (Рис.1.12) [13]. Компоненти раціону завантажуються в стаціонарний змішувач з бункерів-накопичувачів через конвеєрні транс-портери і трубопроводи, потім слідує операція по завантаженні готовою сумішшю в готовий вагон і роздачі її тваринам. Система повністю автоматизована. Участь людини потрібно тільки для своєчасного наповнення бункерів-накопичувачів і для складання програм годівлі. 27



Рисунок 1.12) -Схема автоматичної системи годівлі №3 (зліва); Система DeLaval Optimat Master (праворуч).

Розглянуті системи з кормороздавачем для роздачі кормосумішей за розташуванням можна розділити по виду встановлення всередині тваринницького приміщення, поза корівника на відкритому майданчику або під навісом і варіант з монтажем бункерів-накопичувачів в приміщенні. Схематичний план корівника з застосуванням автоматичної системи GEAMix& Carry (тип №3) всередині приміщення показано на (Рис.1.13).

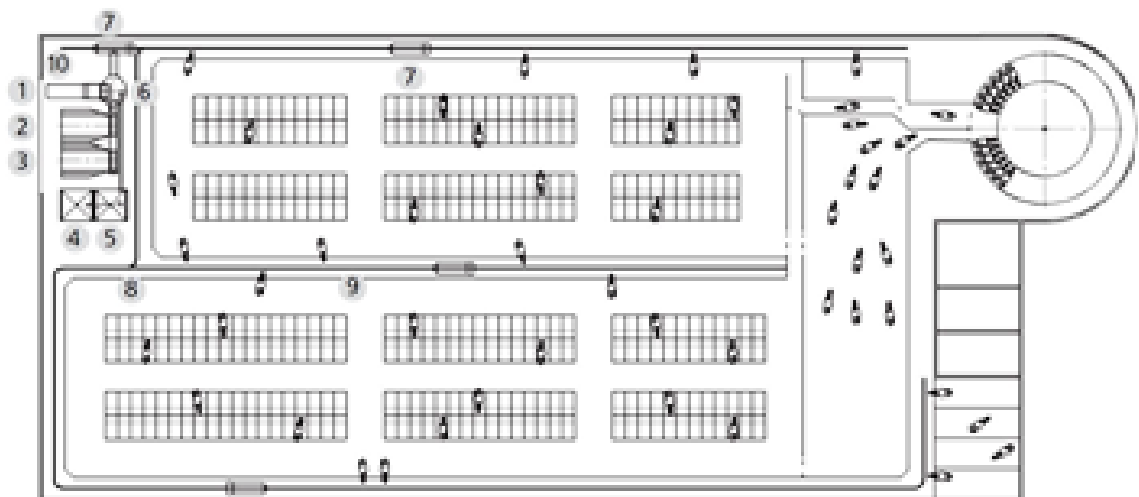


Рисунок 1.13 -План корівника з автоматичною системою годівлі №3: 1 -

Обладнання для підготовки соломи; 2,3 - бункери-накопичувачі для основних кормів; 4,5 - бункери-накопичувачі для концентратів; 6 - стаціонарний змішувач; 7 - кормовий вагон; 8 - поворотна рейка; 9 - підвісний рейковий механізм; 10 - зарядний пристрій

У таблиці 1.1 представлено обладнання, необхідне для впровадження АСГ розглянутих типовому корівнику.

Таблиця 1.1 Технологічне обладнання для впровадження АСГ

Обладнання	Тип автоматичної системи годівлі		
	АСГ 1	АСГ 2	АСГ 3
Стаціонарний змішувач	+		+
Бункер-накопичувач		+	+
Кормовий вагон	+	+	+
Похилий транспортер	+		+
Горизонтальний транспортер			+
Навантажувач	+	+	+
•Кількість бункерів залежить від кількості компонентів кормосуміші			

Серед розглянутих АСГ система першого типу є найбільш простою і вимагає найменших початкових вкладень. Основним недоліком даної системи є мала продуктивність, що зв'язано з необхідністю приготування нового раціону в стаціонарному змішувачі тільки після роздачі попереднього. Крім того, сам процес приготування кормосуміші в стаціонарному змішувачі затягується при значному віддаленні сховища кормів від стаціонарного змішувача. Також це може призвести до підвищення витрат, пов'язаних з транспортуванням компонентів раціону.

Основним перевагою систем другого і третього типу є високий рівень автоматизації (механізованим залишається тільки процес наповнення бункерів-накопичувачів). Однак дані системи вимагають високих початкових вкладень, значна доля яких доводиться на придбання окремих бункерів-накопичувачів для кожного компонента раціонів. Крім того, АСГ другого типу має малу продуктивність, що пов'язано з необхідністю приготування кожної порції кормосуміші в невеликому бункері кормороздавача. Для цього впровадження даної системи по порівнянні з АСГ третього типу виключається необхідність придбання стаціонарного змішувачі відповідних конвеєрів.

На практиці часто трапляються випадки, коли годівля тварин розташовується в корівниках, інша частина – під навісами або на відкритих майданчиках [26].

1.3 Порівняльна оцінка ефективності технологічних ліній на базі мобільних кормоцехів і автоматичних систем годівлі

У зв'язку підвищенням оплати праці на молочних фермах спостерігається істотна зацікавленість автоматизації технологічних процесів. Так, спочатку 90-х з'явилися автоматичні системи доїння (АСД) або доїльні роботи, що отримали широке поширення в розвинених країнах [11]. в останній час була впроваджена концепція точного молочного скотарства завдяки доступності інструментам управління на основі датчиків, що визначають потреби тварин, і роботизованого обладнання, автоматично передавального інформацію щодо кожної тварини [5].

Автоматичні системи годівлі були розроблені спочатку 2000-х років, за останні 5-6 років почали впроваджуватися ферми для видачі повністю (Total mixed Ration - TMR) або частково змішаних раціонів (Partial mixed Ration - PMR) [14]. Суть другого методу полягає в тому, що основні корми і частина концентратів видаються тваринам в вигляді кормосуміші, а частина концентратів, що залишилася, - індивідуальною основою кожній тварині на кормовій станції, доїльному роботі або при допомозі спеціального кормороздавача[17].

Вході проведеного дослідження на 18 фермах у Данії, Німеччині, Голландії і Швейцарії, на яких використовуються АСГ, зарубіжними вченими було встановлено, що головною причиною впровадження даних технологій є зниження трудомісткості витрат часу робітника відзначалося зниження витрат на будівництво нових корівників в зв'язку з зменшення необхідної ширини кормового проходу дало 2 м. У старих будівлях простір, отримане в ході реконструкції, часто служило для збільшення площі для переміщення або відпочинку тварин.

Для порівняльної оцінки традиційної технології використання мобільних кормоцехів (conventional feeding system - CFS) і автоматичних систем годівлі (automatic feeding systems - AFS в Голландії проводилося дослідження на 23 молочних фермах (на 12 фермах використовувалися АСГ, на 10 -мобільні роздавачі) [16]. В ході проведеного опитування фермерів було встановлено, що найбільш поширеним приводом для впровадження автоматичних систем була необхідність у підвищенні ефективності праці (24%). 19% фермерів відзначили можливість більш ефективного використання тваринницьких приміщень. Стільки ж фермерів переслідували мету поліпшити взаємодію між АСГ і доїльними роботами з метою стимулювання тварин до відвідування доїльних боксів кормових столів. 15% фермерів відзначили підвищену ефективність годівлі (видача різних раціонів).

Порівняльний аналіз показав, що середня кількість дійного стада становила 88,9 гол на фермах з АСГ і 88,2 – На фермах з мобільними кормоцехами. При цьому кількість корів, що припадають на одного доїльного робота, в середньому становила відповідно 41,6 і 42,4 гол. На 85% ферм утримувалися тварини голштинської породи зі середньою молочною продуктивністю 8900 і 8705 кг/молока.

На фермах з мобільними кормоцехами роздача кормосумішей здійснювалася 1-4 раз/добу (в середньому 1,4) виконанням операції підгортання кормів у межах 1-5 раз/добу (в середньому 3,5), тоді як на фермах з АСГ кормосуміші видавали 5-11 раз на добу (в середньому 7,8). Фермери, що використовують АСГ, стверджували, що із-за високої кратності годівлі (роздача здійснювалася в середньому кожні 3,1 год знизилася залишки нез'їдених кормосумішей, однак, за думкою авторів, для остаточної оцінки даного судження потрібно проведення більш детального дослідження.

Істотна відмінність була зафіксовано у плануванні корівників - ширина кормового прохідна фермах з АСГ була приблизно в 2 рази менше, ніж на фермах з мобільними кормоцехами, в середньому становила 2715 мм проти 5353 мм. при цьому на цих фермах були потрібні додаткові приміщення

площею 45-110 м² для розміщення стаціонарних змішувачів і бункерів-накопичувачів.

Щоденні витрати праці на процес годівлі (складання раціонів, приготування та роздача кормів сумішей, підрівнювання кормів) знизилися приблизно в 2 рази. Рівень капіталовкладень в техніку для годівлі на фермах з мобільними кормоцехами залежав від типу (причіпний або самохідний) і в середньому становив 400 Євро/гол (у межах 160–600 Євро/гол). На фермах з АСГ капіталу вкладення залежали від технічної складності системи і обсягу будівельних робіт: в середньому 1230 Євро/гол (в межах 850 ... 1650 Євро/гол) [16].

Важливою перевагою АСГ є можливість видачі раціонів до 15 раз на добу, що сприяє підвищенню активності тварин при годівлі і збільшенню рівня споживання сухого речовини, також дозволяє створити для тварин більш природні умови утримання [17]. Численні дослідження зарубіжних вчених присвячені вивченню впливу кратності годівлі на поведінку тварин, показники їх продуктивності і здоров'я [13,19,27,31,33,34,37].

На практиці найчастіше зустрічається 6- і 8-кратна годівлі [15]. Дослідження показують, що роздача кормосумішей 1 або 2 рази на добу приводить до схеми годівлі якої пік відвідування зони годівлі тваринами доводиться на час, відразу після роздачі (Рис. 1.14).

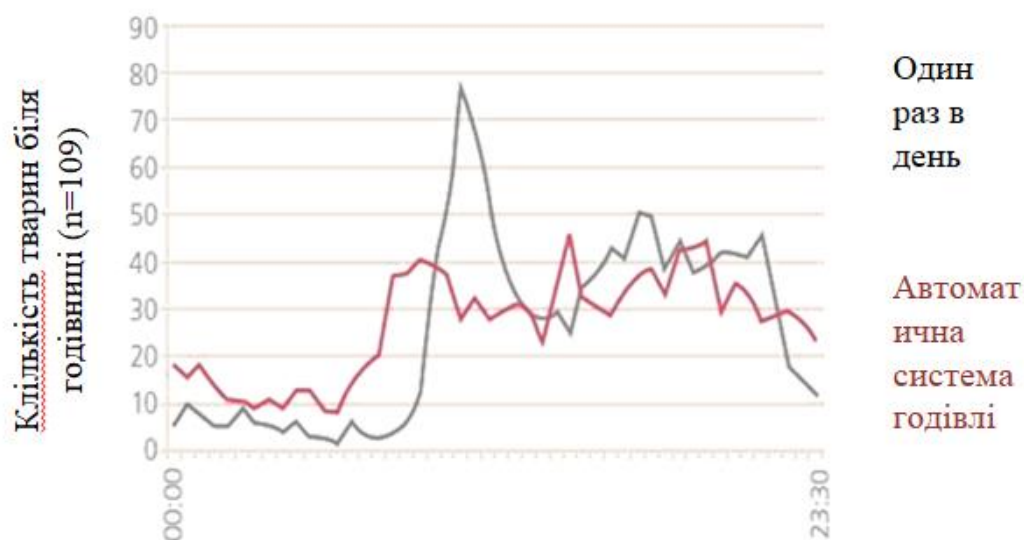


Рисунок 1.14 - Характер розподілу тварин вздовж кормового столу в залежності від часу годівлі [9].

Навпаки, збільшення кратності годівлі сприяє більш активному відвідуванню зони кормового столу тваринами, що приводить до більш рівномірної схеми годівлі [28, 32], а також до більше тривалого по часу годівлі. У результаті підвищується стабільність рівня рН рубця.

Окремі дослідження зарубіжних вчених присвячені оцінці енергоспоживання і витрат праці при використанні автоматичних систем годівлі. Італійськими вченими проведено експеримент на фермах з дійним стадом 90 корів (переважно голштинської породи) під час переходу від технології використання мобільних кормоцехів до застосування АСГ. кг/гол в год. Процес доїння здійснювався доїльними роботами фірми SAC (Данія).

Від самого початку при використанні мобільного кормоцеху об'ємом 10 м³ з одним вертикальним шнеком (Рис. 1.15) годівля здійснювалася 1 раз на добу о 07:00.



Рисунок 1.15 -Використовуваний в господарстві мобільний кормоцех[13].

Для його роботи використовувався трактор з колісний формулою 4WD потужністю 80 кВт (Same Deutz-Fahr Explorer, Італія), також телескопічний навантажувач потужністю 73 кВт (Manitou) MVT, (Франція).

Згодом на фермі була встановлена автоматична система годівлі DeLaval Optimat Master (Швеція). Навантаження бункерів-накопичувачів здійснювалася раз о третій годині дня. Для видачі готових кормосумішей використовувався

підвісний кормовий вагон об'ємом 3 м^3 (Рис. 1.16). У даному випадку роздача здійснювалася 4 рази на добу.

Головною метою дослідження було порівняння двох систем годівлі.

Споживання дизпалива визначалося шляхом заповнення баку до і за-кожним операції, відповідні витрати - рахунок його вартості $0,765 \text{ Євро/кг}$. Для порівняння двох систем по критерію енергоспоживання для дизпалива використовувався параметр енергоутримання рівний $47,3 \text{ МДж/кг}$. Енергоспоживання електродвигунів визначалося шляхом номінальної потужності на час роботи, відповідні витрати - з рахунком тариф на електроенергію $0,18 \text{ Євро/кВт} \cdot \text{год}$. Отримані результати свідчать о суттєвому зниженні трудовитрат при використанні АСГ - $1,02 \text{ год/добу}$ по порівнянні з $2,5 \text{ год/добу}$, необхідних для роботи мобільного кормоцеху. Рівень енергоспоживання АСГ також виявився нижче - $68,05 \text{ кВт/добу}$ по порівнянні з $246,64 \text{ кВт/добу}$ при використанні мобільного кормоцеху. що припадають на процес приготування і роздачі кормосумішей, при використанні АСГ склали $9,11 \text{ Євро/добу}$, використання мобільного кормоцеху- $14,36 \text{ Євро/доба}$ [31].



Рисунок 1.16 – Склад автоматичної системи годівлі: змішувачі бункери-накопичувачі (ліворуч), кормовий вагон (праворуч)[31]

У другому дослідженні італійських вчених проводилося вивчення рівня енергоспоживання автоматичної системи годівлі Lely Vector, а також порівняння витрат, що припадають на процес приготування роздачі кормосумішей зазначеною системою в порівнянні використанням мобільного

кормоцеху. Досліди проводились на молочній фермі в Північній Італії з поголів'ям 494 ± 3 молочних корів голштинської породи. Доїння за допомогою роботів-доярів компанії Lely (Голандія).

Від самого початку на фермі використовувався мобільний кормоцех Italmix (Італія) з двома вертикальними шнеками об'ємом 30 м^3 , що агрегується з трактором потужністю 110 кВт. Для годівлі стада приблизно в 490 голів щодня готувалася і роздавали 19000 кг кормосуміші за 7 годин, при цьому витрачалося 143 л або 117 кг дизпалива на добу при його щільності 0,820 кг/л. компонентів здійснювалася в середньому за 1,5 год/добу при допомогі телескопічного навантажувача.

З 2015 року була встановлена система Vector (Рис. 1.17), при цьому структура стада не змінювалась, а об'єм кормо суміші залишився на рівні.

У ході дослідження було встановлено, що енергоспоживання при використанні мобільного кормоцеху становило 1387,62 кВт/добу за середнього енергозмісту дизпаливі 11,86 кВт, витрати склали 93,8 Євро/добу. При використанні системи Vector енергоспоживання в середньому становило $40,2 \pm 2,3$ кВт/добу відповідними витратами 9,25.

Євро/доба (без обліку операції транспортування компонентів раціонів кормову кухню телескопічним навантажувачем).



Рисунок 1.17 -Кормова кухня системи Lely Vector [33]

Витрати праці при використанні мобільного кормоцеху становили близько 7 год/добу, що значно більше 1,5 год/добу, необхідних для заповнення кормової кухні системи Vector.

А загалом, витрати що припадають на процес приготування і роздачі

кормосумішей, щоденні витрати, визначені по стандарту ASABE Standard EP496.3, для мобільного кормоцеху становили 300,9 Євро/добу, для системи Vector -202,79 Євро/доба (-33%). Факт пояснюється як великим енергозбереженням (-97%), так і економією трудовитрат (-79%), що досягають за рахунок автоматизації виконуваних робіт [33].

За результатами дослідження, проведеного німецькими вченими, можна, можливо зробити висновок тому, що енергоспоживання автоматичних систем годівлі може варіюватися від технічного пристрою, що використовується технології і інших факторів. Ході проведених дослідів на 4 фермах з АСГ було зафіксовано енергоспоживання в межах 8,8 ... 52,6 кВт/добу або 21,36 ... 83,52 кВт/гол в год. Цьому зроблено висновок, що при використанні АСГ економія витрат на електроенергію може становити до 40 Євро/гол в порівнянні з використанням мобільних кормоцехів [25].

Висновки по 1 розділу

Аналіз тенденцій в області механізації і автоматизації процесу приготування та роздачі кормосумішей на фермах ВРХ показав, що застосування АСГ забезпечує отримання додаткових технологічних і економічних ефектів, але головною перешкодою для їх активного впровадження в виробництво є висока вартість, обумовлена підвищеним рівнем технічної складності. Таким чином, нами висунута наукова гіпотеза: для підвищення ефективності процесу приготування роздачі кормосумішей на фермах ВРХ технологічна лінія приготування та роздачі повинна включати в себе мобільний кормоцех, що забезпечує приготування заданої кормосуміші, кормовий вагон з системою автоматичного зміни норми видачі кормосуміші для її роздачі всередині приміщень і додаткове обладнання (бункери-накопичувачі, конвеєри), що забезпечує їхню взаємодію.

Економічний ефект складатиметься з підвищення продуктивності тварин за рахунок збільшення кратності годівлі, зменшення втрат кормосуміші і витрат на будівництво тваринницьких приміщень.

РОЗДІЛ 2. Теоретичні дослідження обґрунтування конструктивно-режимних параметрів кормового вагону.

При обґрунтуванні параметрів кормового вагона необхідно враховувати існуючі технології нормування кормів тваринам.

Традиційний підхід - корм видається тваринам згідно встановленої норми видачі, такому принципу працюють мобільні кормороздавачі, де функцію нормування кормів суміші в залежності від залишків на кормовому столі частково виконує механізатор шляхом зміни швидкості руху роздавача і т.д..

Альтернативний підхід, тварини отримують кормосуміші відповідно реальними потребами. принцип закладений в основу роботи системи Lely Vector [26, 31, 34]. У процесі руху вздовж кормового столу, що пересувається в нашій роботі, підсуває корм тваринам і вимірює її висоту. У тому випадку, коли середня висота шару кормо-суміші на кормовому столі виявляється менше встановленого порогового значення, починається процес приготування чергової порції для відповідної групи тварин, потім рівномірно видається тваринам. Таким чином, на кормовому столі підтримується заданий об'єм кормосуміші.

З досвіду експлуатації кормових вагонів DeLaval RA135 встановлено, що їх недоліком є відсутність врахування наявності залишків корму суміші на кормовому столі в автоматичному режимі. На практиці споживання кормосумішей тваринами по всьому фронту годівлі часто нерівномірно, що не враховується системою при наступною так, напроти колон, стійок, мокрих місць стійки т.д. кормосуміш часто залишається при кожній наступній роздачі поповнюється. Більше інтенсивне поїдання в інших місцях кормового стола при встановленні норми видачі приводить до фактичного її зменшення в розрахунку на одну голову. Скупчення залишків кормосуміші необхідне ручне прибирання для запобігання розвитку мікробіологічних процесів і порчі. Це ускладнює використання даних систем в автоматичному режимі, викликає необхідність перекладу їх в ручний режим управління, що ускладнює роботу персоналу при їх експлуатації.

Для усунення зазначеного недоліками запропонована система автоматичного зміни норми видачі кормосуміші кормовим вагоном (Рис.2.1) [6,17]. цьому усувається її перевитрата за рахунок автоматичного зміни норми видачі кормосуміші в залежності від її наявності на кормовому столі.

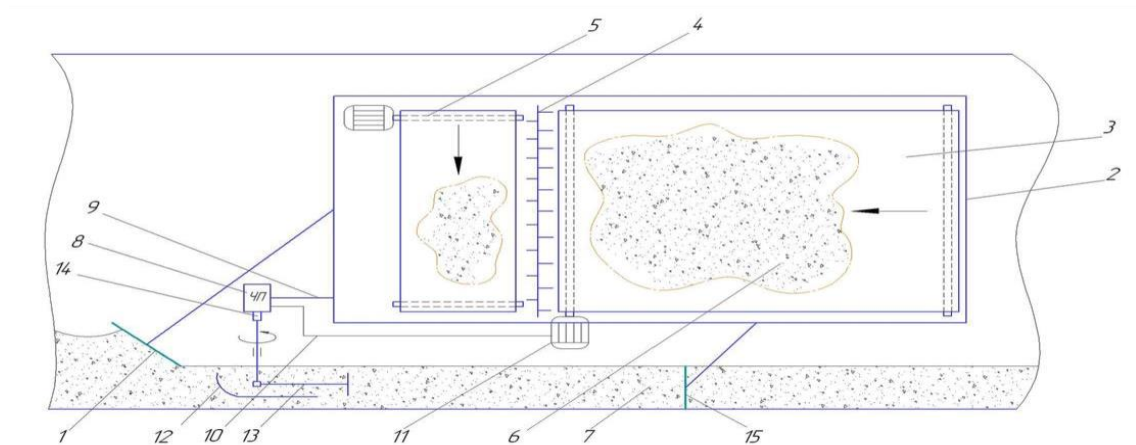


Рисунок 2.1 -Схема кормового вагону: 1 - Підгрівач, 2 - Бункер, 3 - Поздовжній транспортер, 4 - Бітерний механізм, 5 - Поперечний транспортер, 6 -Кормосуміш, 7 - Кормовий стіл, 8 - ПП, 9 - Розсувна штанга, 10 - Електропроводка, 11 - Електродвигун, 12 -Запобіжний щит-струм, 13 - Розсувний поворотний копір, 14 - Ручка регулятора ЧП, 15 – Розрівнювач.

Система автоматичного зміни норми видачі кормосуміші являє собою закріплену по ходу рух кормового вагону при роздачі відсувну штангу, на якій розташований розсувний поворотний копір, електрично пов'язаний за допомогою частотного перетворювача з приводним електродвигуном подовжнього транспортера.

На рис. 2.2 представлена схема роботи кормового вагону.

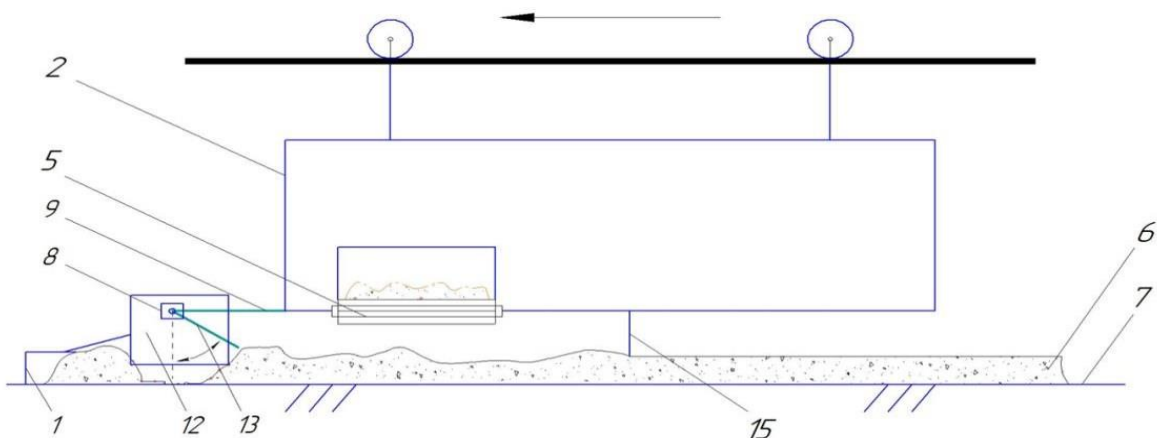


Рисунок 2.2 -Схема роботи кормового вагону: 1 -підгортач, 2 - Бункер, 5 - Поперечний транспортер, 6 -Кормосуміш, 7 - Кормовий стіл, 8 -ПП, 9 -

Розсувна штанга, 12 – Запобіжний щиток, 13 - Розсувний поворотний копір, 15 - Розрівнювач

Нарис.2.3 представлена схема регулювання довжини розсувний штанги

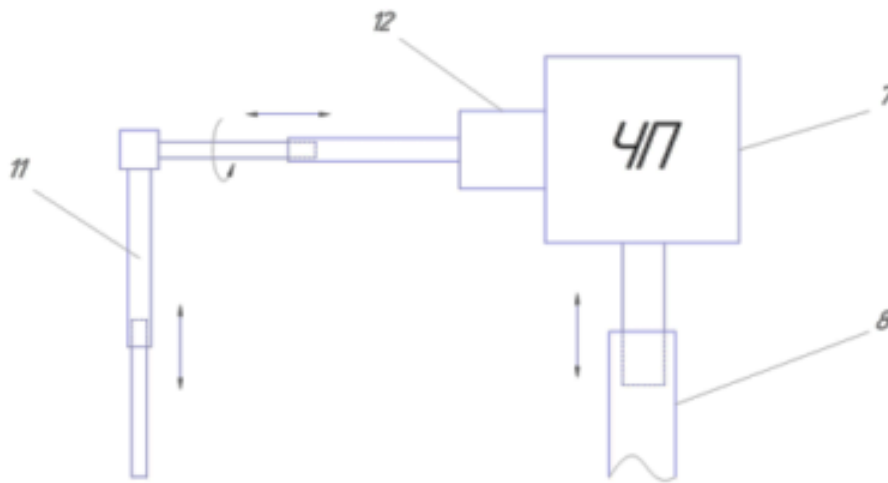


Рисунок 2.3 -Схема регулювання роботи копіра 8 і розсувного поворотного копіра 11, що впливає на ручку регулятора 12 частотного перетворювача 7.

Кормовий вагон працює таким чином: при його русі над кормовим столом підгортач зрушує залишки кормосуміші на кормовому столі в зону дії копіра. Запобіжний щиток витісняє голови тварин з робочої зони копіра, чим запобігає їх травмуванню пошкодження копіра.

При вертикальному положенні розсувного поворотного копіра продольний транспортер подає кормосуміш бітерному механізму, який спрямовує її на поперечний транспортер, вивантажуючи встановлену норму кормосуміші на кормовий стіл. Відхиленні розсувного поворотного копіра від вертикального положення в наслідок нього контакту з залишками кормосуміші повертається навколо своєї горизональної осі, впливаючи на ручку регулятора частотного перетворювача. При цьому відбувається пропорційне кутку повороту ручки регулятора зменшення частоти струму, що живить приводний електродвигун подовжнього транспортера, що зменшує швидкість руху подовжнього транспортера, і відповідно, норму видачі кормосуміші на певній ділянці кормового столу до повного припинення її видачі місцях незайманого шару кормосуміші після попередньої її роздачі. допускається перевитрата.

відхилення копіра, що призводить до необхідності використання електронних пристроїв з високою точністю роботи та малих значеннях довжини копіра порушується процес копіювання поверхні кормосуміші.

Для визначення оптимальних значень даних параметрів необхідно провести лабораторні випробування.

Основним конструктивним параметром кормового вагона є його довжина, оскільки ширина кормового вагона обмежується вимогами по мінімальній ширині кормового проходу і максимального коефіцієнта заповнення бункера кормового вагона, висота обмежується рядом умов: вимогами до безпеки, що пред'являються до мінімального відстані наполовину нижній частини кормового вагона; монтажу підвісного рейки; ширини бітерного механізму.

Зарубіжний досвід машинобудування показує, що існує тенденція створення машин модульного типу з можливістю їх нарощування при необхідності. Так, наприклад, кормові гони DeLaval RA135 пропонуються в основному виконання обсягом $2,5 \text{ м}^3$ при цьому можливо підвищення об'єму $3,1$ і $3,7 \text{ м}^3$ за рахунок збільшення довжини на $0,5$ і 1 м відповідно. Інший приклад -бункери-накопичувачі модульного типу GEA MM8.

З метою обґрунтування конструктивних параметрів за основу обрано конструкція кормового вагона, схематично зображена на Рис. 2.5 [32]. На малюнку зазначені наступні параметри: A , B і H -відповідно довжина, ширина і висота шару кормосуміші в бункері кормового вагона (м); a і b - відповідно довжина ширина робочої частини вивантажного транспортера (м); $V_{\text{кв}}$, $V_{\text{прод}}$ і $V_{\text{виг}}$ -відповідно швидкості руху кормового вагона, продольного і поперечного (вивантажувального) транспортерів (м/с).

Для визначення швидкості руху поздовжнього транспортера $V_{\text{прод}}$ до наявної маси кормозмішувач бункера кормового вагона $M_{\text{до}}$ (кг) і встановленого нормовидачі на одну голову $m_{\text{гол}}$ (кг/гол) скористаємося умовою: рахуємо $l_{\text{до}} / V_{\text{кв}}$ (с), протягом якого кормовий вагон покриє відстань, рівну довжині одного кормомісця $l_{\text{до}}$ (м), необхідно вивантажити разову норму видачі кормосуміші $m_{\text{гол}}$ (кг/гол).

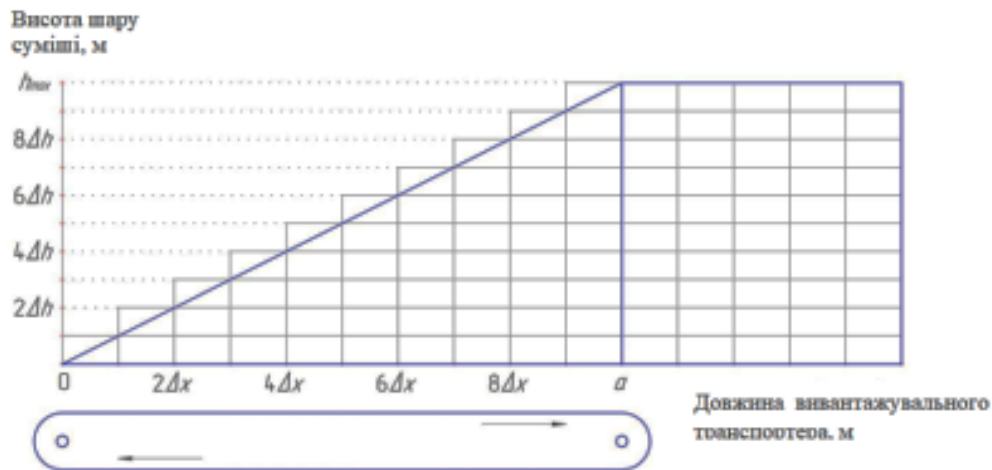


Рисунок 2.5 - Схема кормового вагона. Вид зверху (ліворуч) і вид збоку (праворуч): 1 - поперечний транспортер; 2 - бітерний механізм; 3 - повздовжній транспортер.

Тоді відношення $M_{до} / m_{гол}$ повинно бути рівно відношенню довжини шару кормосуміші в бункері кормового вагона відстані, на яку зміститься повздовжній транспортер завчасно $l_{до} / V_{кв}$.

Для узгодження швидкості руху поперечного транспортера $V_{виг}$ зі швидкістю подовжнього $V_{прод}$ задаємося умовою рівності продуктивності даних транспортерів:

Для визначення параметра h_{max} уявимо, що процес подачі кормосуміші повздовжнього транспортера на поперечний протікає переривчасто і представляє собою послідовну циклічну зміну двох станів: подання кормосуміші на поперечний транспортер в плинні часу Δt □ рух поперечного транспортері протягом часу Δt (Рис.2.6).

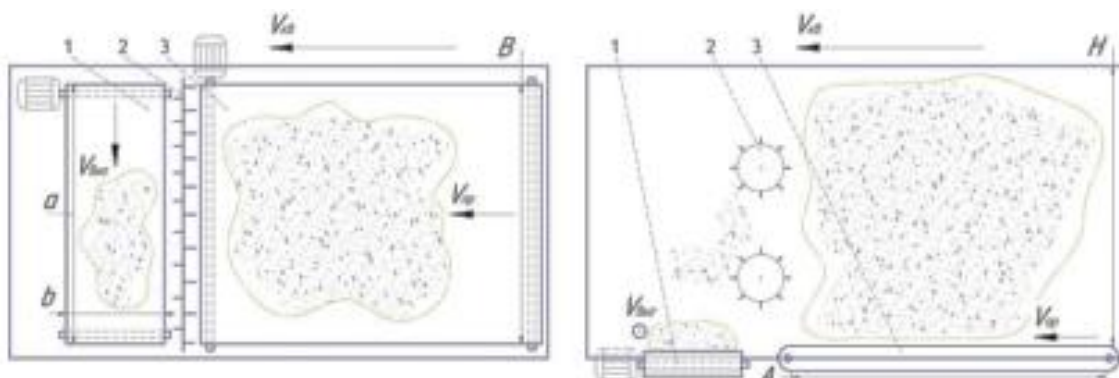


Рисунок 2.6 - Формований шар кормосуміші на вивантажувальний транспортер.

Завчасно $\Delta t = a / 10 \cdot V_{виг}$ (Час, який поперечний транспортер зміститься

на відстань $\Delta x = a / 10$) позовжній транспортер зміститься на відстань на стільки раз менше, на скільки раз швидкість $V_{\text{виг}}$ більше $V_{\text{прод}}$, на відстань $(a \cdot V_{\text{прод}}) / (10 \cdot V_{\text{виг}})$. цьому обсяг кормосуміші, на даний навантажувальний транспортер завчасно Δt , буде рівний: $\Delta v = B \cdot H \cdot (a \cdot V_{\text{прод}} / 10 \cdot V_{\text{виг}})$. обсяг кормосуміші можна обчислити через параметри поперечного транспортера: $\Delta v = a \cdot b \cdot \Delta h$.

Помноживши цей вираз, ми отримаємо формулу для обчислення параметра h_{max} , що впливає. Таким чином, значення параметра h_{max} відповідає висоті шару кормосуміші, що надходить з вантажного транспортера при встановленні режиму його роботи.

Для можливості обчислення швидкості $V_{\text{виг}}$ задаємося умовою: уникнення заторів на вивантажному транспортері приймаємо допустиме значення параметра h_{max} при максимально можливій нормі видачі, наприклад $h_{\text{max}} = 0,4$ м.

Таким чином, ми визначаємо оптимальну швидкість руху поперечного транспортера $V_{\text{виг}}$, попередньо вирахувавши максимально можливу швидкість руху позовжнього транспортера $V_{\text{прод}}$

2.1 Обґрунтування швидкісних параметрів кормового вагона в залежності від схеми годівлі.

Вході дослідження на молочно-товарної фермі, де роздавачем кормів є DeLaval RA135, було виявлено, що розраховувати норму видачі кормосуміші на визначений фронт годівлі працівникам ферми доводилося емпіричним методом. Оскільки дані системи націлені на годівлі стада при поділі його на технологічні групи, які можуть змінюватися, в зв'язку з чим змінюється фронт годівлі, необхідно розробити рекомендації по визначення параметрів роботи кормового вагона типу DeLaval RA135 в залежності вибраної схеми годівлі та фронту годівлі тварин.

Норма видачі в кормовому вагоні DeLaval RA135 регулюється швидкістю

руху подовжнього транспортера, що подає кормосуміш поперечному транспортері у вивантажний лоток, швидкістю руху самого кормового вагона. Для обох параметрів передбачено 4 режими роботи: 25, 50, 75 і 100 % від максимальної швидкості.

При розрахунках, для режимів роботи, відповідно на максимальних швидкостях (100%), прийняті наступні значення: $V_{p.i.} = 1 \text{ км/год}$; $t_{\text{виг. i}} = 0,027 \text{ год}$ (при довжині бункера кормового вагона 2,85 м швидкості руху транспортера 1,76 м/хв).

Була складена таблиця (табл.2.9), що дозволяє вибрати швидкості руху подовжнього транспортери кормового вагона типу DeLaval RA135 при роздачі кормосуміші для конкретного фронту годівлі L_i (М).

Таблиця 2.1 - Вибір швидкісних параметрів кормового вагона в залежності від фронту годівлі.

Швидкість руху позовжнього транспортера $V_{\text{тр. i.}}, \%$	Час вивантаження кормосуміші $t_{\text{вив. i}}, \text{ год}$	Швидкість руху кормового вагону при роздачі $V_{p.i.}, \text{ км/год}$			
		0,25	0,50	0,75	1,00
25	0,108	27	54	81	108
50	0,054	13,5	27	40,5	54
75	0,036	9	18	27	36
100	0,027	6,75	13,5	20,25	27

Через обмеження чисел регулювань необхідно точно планувати відстані, на яких розміщуються групи тварин, міняти швидкості руху кормового вагона і позовжнього транспортера можна отримати лише її унікальних норм видачі.

Можливі наступні схеми завантаження кормового вагона при його автоматичній роботі [30]:

- А) для роздачі на одну групу тварин;
- Б) для роздачі на частину групи;
- В) для роздачі на кілька груп при однаковій нормі видачі;
- Г) для роздачі на кілька груп при різний нормовидачі і однаковому фронті годівлі;
- Д) для роздачі на кілька груп при різний нормовидачі і різному фронті

годівлі.

Розглянемо кожну схему завантаження.

Схема А – Як правило, годівлю тварин за допомогою кормових вагонів відбувається окремо для кожної групи, оскільки використовуються різні раціони. У цьому випадку швидкісні параметри вибираються напряму з табл.2.1 для відповідного фронту годівлі, наприклад: – розміщення технологічної групи №1 на ділянці $L_1 = 18$ м вибираються параметри $V_{p.1} = 0,5$ км/год, $t_{\text{виг.1}} = 0,036$ год ($V_{\text{тр.1}} = 75\%$).

Схема Б – Оскільки кормові гони мають невеликий обсяг бункера (зазвичай 2-3 м³), для обслуговування однієї групи може знадобитися кілька рейсів, особливо при малій кратності годівлі та високій чисельності тварин у групі. У цьому випадку загальний фронт годівлі ділиться на необхідну кількість відрізків, швидкісні параметри вибираються окремо для кожного відрізка по аналогії з розглянутим вище прикладом.

Схема В – Зустрічаються випадки, коли тварини отримують один і той же раціон одної або різних пропорцій. Наприклад, схема годівлі частково змішаним раціоном (partial mixed ration - PMR) [17]. такий схемі тварин отримують основні корми у вигляді кормосуміші, а концентрати -індивідуально через кормову станцію, в доїльному роботі або за допомогою спеціального кормового вагона для видачі концентратів.

За пропорцією визначається загальний фронт годівлі: наприклад, при розміщенні двох груп тварин на ділянках $L_1 = 36$ і $L_2 = 18$ загальний фронт годівлі $L_{1+2} = 54$ м, тоді швидкісні параметри кормового вагона на цих ділянках вибираються по таблиці для фронту годівлі 54 м.

Схема Г – Втому випадку, коли видається урізані пропорції кільком групам тварин, розміщених на ділянках однакової довжини, вирішується наступне завдання: наприклад, є 3 групи тварин, розміщених на ділянках $L_1 = L_2 = L_3 = 18$ м; кормовий вагон завантажено 1000 кг суміші; для 1,2 і 3 групи необхідно роздати відповідно 280,350 і 370 кг (28,35 кг) і 37 % від усього маси кормосуміші в бункері).

Вибираючи швидкісні параметри $V_{p.i} \text{ — } i t_{\text{виг.}i}$ по табл.2.1 для кожного з ділянок L_i , ми досягаємо повного розвантаження кормового вагона, вибрати параметри, при яких видаватиметься % від усієї кормосуміші в бункері відрізком

Для групи №1 отримуємо: $L_1 = 18$ м, $L_1 (28\%) = 64,29$ м. Це означає, що для рівномірної видачі 28 % суміші, що знаходиться в бункері кормового вагону, на відрізку довжиною 18 м, необхідно вибрати швидкісні параметри, відповідні повного розвантаження кормового вагона на відрізку довжиною 64,29 м. Вибір таких параметрів неможливий для розглянутого типу кормових вагонів. Найближчі значення фронту годівлі, на які можна, можливо налаштувати пристрій, складають 54 і 81 м.

Якщо допустити можливість видачі % кормосуміші вдвоє етапу при русі кормового вагон попереду назад, то повертаючись до задачі, вибираємо швидкісні параметри для повного вивантаження кормосуміші на відрізку 81 м. Щоб визначити, яку кількість при цьому видається, слід скористатися формулою. Кормосуміш можна, видати на ті же ділянці довжиною 18 м, вибрати з табл. 2.1 швидкісні параметри, при яких здійснюється повне розвантаження кормового вагона на ділянці, довжина якого визначається: $L_1 (5,78\%) = (18\text{м} / 5,78\%) * 100\% = 311,42$ м. Вибір таких параметрів також неможливий.

Схема Д – У тому випадку, коли кормовий вагон завантажується для роздачі суміші у різній пропорції декільком групам тварин, розміщених на ділянках різної довжини, вирішується наступна завдання: наприклад, є 3 групи тварин, розміщених на ділянках $L_1 = 18\text{м}$, $L_2 = 20,25$ м, $L_3 = 36$ м; кормовий вагон завантажено 1000 кг суміші; для 1, 2 і 3 групи необхідно роздати відповідно 230,250 і 530кг (23,25) і 53 % від усієї маси кормосуміші в бункері).

Для кожного фронту L_i визначаємо відповідний фронт годівлі $L_i (x \%)$. табл.2.1 для отриманих значень $L_i (x \%)$ вибираємо відповідні параметри кормового вагона $V_{p.i} \text{ — } i t_{\text{виг.}i}$ для використовуваних ділянок L_i .

Для групи №1 отримуємо: $L_1 = L_1 (100\%) = 18$ м, $x \% = 23 \%$, $L_1 (23 \%)$

$= 18 \text{ м} * (100\% / 23\%) = 81,82 \text{ м}$. Таким чином, щоб видати 23 % кормосуміші на ділянці $L_1 = 18 \text{ м}$, необхідно вибрати швидкісні параметри, при яких відбувається повне розвантаження кормового вагону на ділянці $L_1 (23\%) = 81,82 \text{ м}$. Аналогічним чином ведеться розрахунок для двох груп, що залишилися.

Таким чином, тип кормових вагонів практично неможливо налаштувати на годівлю тварин в автоматичному режимі розглянутими вище схемам Г і Д.

Тому одними з напрямів підвищення ефективності використання кормових вагонів є збільшення кількості регулювань для зміни норми видачі в залежності від конкретних виробничих умов, які визначають також і необхідну вантажопідйомність кормового вагону.

2.2 Обґрунтування складу технологічної лінії приготування і роздачі кормосумішей на фермах ВРХ

Основним недоліком автоматичних систем годівлі є їх висока вартість (від 80 до 170 тис. Євро). цьому істотна частка затрат припадає на придбання бункерів-накопичувачів для автоматичної подачі компонентів раціонів в бункер стаціонарного змішувача або кормового вагона, оснащеного пристроєм для подрібнення та/або змішування. Тому кількість компонентів вказує на вартість системи [16].

Іншим не менш важливим недоліком є мала продуктивність даних систем. Так, наприклад, система Lely Vector, що включає в себе два кормових робота вартістю кожен 75000 Євро і грейферний з мостовим краном вартістю 120000 Євро (у сумі 270000 Євро) [33] здатна обслуговувати стадо в 500* голів (* значення взято з технічної Характеристики системи Vector на офіційному сайті виробника Lely).

Для забезпечення застосування кормових вагонів з мінімальним набором супутнього обладнання і підвищення їх продуктивності нами запропоновано технологічна лінія приготування і роздачі кормосумішей, схематично представлена на рис.2.7 [18].

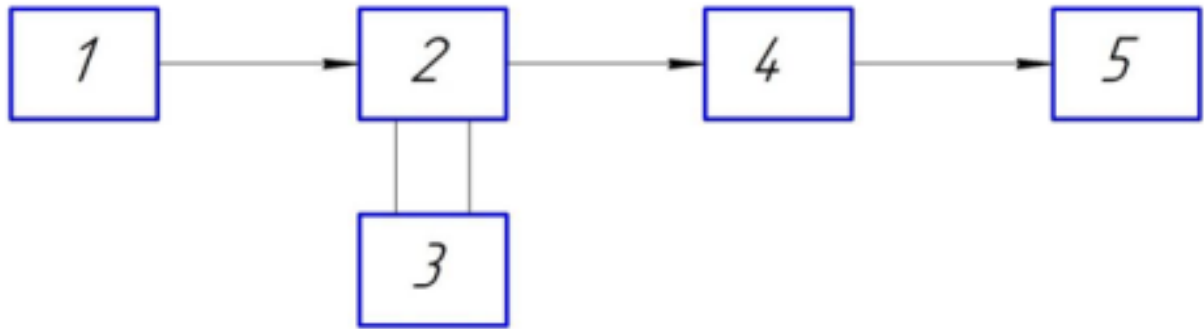


Рисунок 2.7 – Технологічна схема лінії приготування та роздачі кормосумішей: 1 - мобільний кормоцех, 2 - бункер-накопичувач, 3 – вагова система, 4 - транспортер, 5 - кормовий вагон.

Технологічна лінія працює наступним чином. Мобільний кормоцех готує кормосуміші різних раціонів годівлі та вивантажує їх в відповідні бункери-накопичувачі, оснащені ваговий системи. необхідності завантаження кормового вагона кормосумішю відповідного раціону годівлі бункер-накопичувач завдяки вазі видає необхідну кількість кормосуміші на транспортер, який завантажує її в кормовий вагон для наступною роздачі відповідної технологічної групі тварин.

Наприклад, у компанії GEAFarm Technologies GmbH в асортименті є дві моделі кормових бункерів для основних кормів. модульного типу з можливістю збільшення обсягу від 8 до 32 м³ за рахунок нарощування секцій один до чотирьох використовується для розпушених кормів. GEAGM17 обсягом 17 м³ (Рис.2.8) підходить для роботи практично кожним кормами як у сипкому стані, так в блоках, які розпушуються бітерним пристроєм.



Рисунок 2.8 - Бункер-накопичувач GEAGM 17.

Шведський виробник DeLaval випускає кормові бункери об'ємом від 9 до 42 м³ для роботи з кормами у сипучому стані або у блоках.

Описане обладнання може розміщуватися всередині корівників, під відкритим небом, або підвісами, також монтуватися в стіну корівника. При установці кормові бункери розташовуються горизонтально або під кутом.

Необхідні розміри бункерів-накопичувачів для окремих раціонів визначаються за формулами [12].

При цьому загальний час приготування та роздачі кормосуміші для кожного технологічної групи складатиметься з часу приготування кормосуміші мобільним кормоцехом, її вивантаження в бункер-накопичувач і часу роздачі кормовим вагоном.

Підвищення продуктивності лінії забезпечується за рахунок того, що приготування відповідного раціону годівлі мобільним кормороздавачем може здійснюватися безперервно, а завантаження кормового вагона кількістю кормосуміші відповідного раціону годівлі забезпечується бункером-накопичувачем, оснащеним ваговою системою. При цьому мобільний кормоцех може в цей час продовжувати готувати кормові раціони або обслуговувати технологічні групи тваринна вигульно-кормових майданчиках.

Висновки по 2 розділі.

Виконані теоретичні дослідження дозволили отримати математичні моделі визначення часу приготування і роздачі кормосумішей мобільним кормоцехом, часу роздачі кормосуміші кормовим вагоном, визначення конструктивно-режимних параметрів кормового вагона.

Обґрунтовано склад технологічної лінії приготування і роздачі кормосуміші на фермах ВРХ, що забезпечує підвищення їх продуктивності. Для підтвердження отриманих теоретичних залежностей необхідно провести відповідні експериментальні дослідження.

Таким чином, наведена вище методика експериментальних досліджень дозволяє якісно спланувати та провести дослідження, і отримати необхідні дані для перевірки адекватності розробленої математичної моделі обґрунтування

складу технологічної лінії приготування та роздачі кормосумішей на фермах ВРХ, що дозволяє вирішувати завдання по визначенню часу годівлі тварин мобільними кормоцехами при будь-якій кількості компонентів в кормо-суміші і кормовими вагонами при обслуговування технологічних груп тварин, враховує імовірнісний характер складових балансу часу їх роботи; для проведення випробувань системи автоматичного зміни норми видачі кормосуміші кормовим вагоном.

РОЗДІЛ 3. Результати експериментальних досліджень.

3.1 Результати виробничих досліджень роботи мобільного кормоцеху.

У ході проведених хронометражних вимірів в господарстві були зафіксовані наступні значення:

- 1) Завантаження концентратів в кормоцех із баштового бункера (423) кг за 01 хв 55 с): $Q = 13,2$ т/год;
- 2) Переїзд з кормоцеху (20 м за 00 хв 35 с): $V = 0,57$ м/с $= 2,06$ км/год;
- 3) Завантаження концентратів (3 компонента) з кормоцеху трактором з ківшем (298) кг за 04 хв 30 с): $Q = 3,97$ т/год;
- 4) Переїзд до силосної траншеї (150) м за 00 хв 59 с): $V = 2,5$ м/с $= 9$ км/год;
- 5) Завантаження силосу трактором з ковшом (3032 кг за 06 хв 38 с): $Q = 27,43$ т/год (Рис.3.1).



Рисунок 3.1 -Завантаження силосу(ліворуч)і меляси (праворуч).

- 6) Переїзд до сховища (200) м за 02 хв 03 с): $V = 1,63$ м/с $= 5,85$ км/год;
- 7) Завантаження меляси (156) кг за 01 хв 16 с): $Q = 7,39$ т/год;
- 8) Переїзд до корівника (230) м за 01 хв 52 с): $V = 2,05$ м/с $= 7,4$ км/год;
- 9) Роздача кормосуміші: (01 хв 43 спри $V = 2$ км/год $= 0,56$ м/с): вздовж кормового столу довжиною 57 м розміщено 90 тварин – $m_p = 3908$ кг/ 90 гол

=43,42 кг/гол, 1 до =57 м/ 90гол =0,63 м/ гол.

За результатам хронометражу тривалість одного циклу приготування і роздачі кормосуміші склала 0,39 год (завантаження компонентів: 0,24 год-61,5 %; переїзди: 0,09 год-23,1 %; роздавання: 0,03 год-7,7 %; втрати циклового часу: 0,03 год-7,7 %) (Рис.3.2).

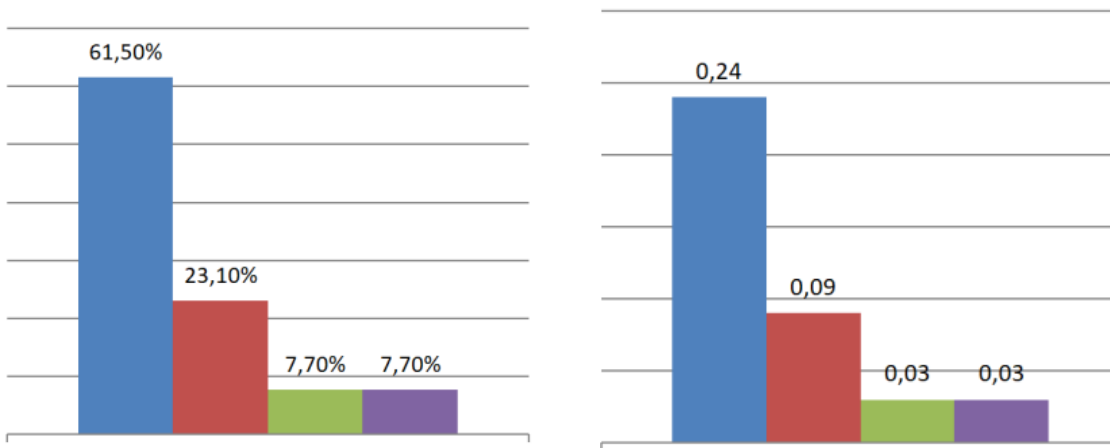


Рисунок 3.2 – Складові часу робочого циклу мобільного кормоцеху.

1– завантаження; 2– переїзд; 3–роздача; 4– втрати;

Мале значення тривалості роздачі пов'язано з методикою оцінки тимчасових витрат: розрахунок приймалося час, при якому відбувалася безпосередньо роздача кормосуміші. Тривалість проміжних операцій (в'їзд в ворота, зупинки перед початком роздачі для запуску вивантажного транспортери ін.) ставилися до втрат циклового часу.

Даний результат підтверджується проведеними раніше дослідженнями, згідно яким тривалість одного робітника циклу мобільного кормоцеху складає $0,42 \pm 0,03$ год [30]. При цьому за оцінками вчених тривалість завантаження компонентів раціону в загальному балансі робочого циклу мобільного кормоцеху становить 70 – 80 %, продовж проживання переїздів - 6–15 %, тривалість роздачі -14–17 % [23].

Очевидно, що використання мобільного кормоцеху в якості завантажувача бункерів-накопичувачів дозволить знизити його загальний час роботи. Прийняв за середню тривалість одного циклу годівлі мобільним кормоцехом час 0,4 год (переїзди: 0,076 год – 19 %; завантаження: 0,276 год –

69 %; роздача: 0,048 год – 12 %), для тривалості одного циклу завантаження бункера-накопичувача мобільним кормоцехом отримаємо значення 0,38 год (завантаження бункера-накопичувача: $3908 \text{ кг} / 145000 \text{ кг/год} = 0,027$). Дані показники надалі використовуватимуться для оцінки економічної ефективності запропонованих рішень. Для адекватності запропонованої методики проведемо роботу мобільного кормоцеху в заданих виробничих умовах.

- вантажопідйомність мобільного кормоцеху $G_{\text{до}} = 3908 \text{ кг}$ (чисельно рівна масі завантажених компонентів раціону);
- кількість компонентів кормосуміші $x = 4$;

- час щозмінного технічного обслуговування (ТО) мобільного кормоцеху $T = 0,00001 \text{ год}$ (оскільки складена програмі поділу "0" неможливо, було обрано наближене нулю значення);

- кількість обслуговуваних тварин (за один цикл) $N_{\text{гол}} = 90$ голів;
- швидкість завантаженого мобільного кормоцеху і швидкість роздачі відповідно $V_{\text{Г}} = 9 \text{ км/год}$ $V_{\text{р}} = 2 \text{ км/год}$;

- продуктивність при завантаженні борошна, концентратів, силосу і меляси відповідно $Q_1 = 13,2 \text{ т/год}$, $Q_2 = 3,97 \text{ т/год}$, $Q_3 = 27,43 \text{ т/ч}$ $Q_4 = 7,39 \text{ т/год}$;

- масові долі цих компонентів в корм суміші відповідно $m_1 = 0,108$, $m_2 = 0,076$, $m_3 = 0,776$ і $m_4 = 0,04$;

- еквівалентні відстані переїздів у перерахунок на рух швидкістю 9 км/год: кормоцех – вулиця $L_2 = 87,5 \text{ м}$ (відстань переїзду від місця стоянки місця завантаження першого компонента $L_1 = 0$), вулиця – траншея $L_3 = 150 \text{ м}$, траншея – меляса $L_4 = 307,5 \text{ м}$, меляса – корівник $L_{\text{П}} = 280 \text{ м}$;

- разова норма видачі на одну голову $m_{\text{р}} = 43,42 \text{ кг}$;
- довжина одного кормомісця $l_{\text{до}} = 0,63 \text{ м}$;

- час розвороту для роздачі другий ряд $T_{\text{П}} = 0,000001 \text{ год}$;

- коефіцієнт, що враховує втрати циклового часу $k_{\text{Ц}} = 1$;

- середній час напрацювання на технологічне порушення, усунення

технологічного порушення, напрацювання на технічний відмова і усунення технічного відмови були прийняті наступні значення: відповідно $T_{\text{тн}} = 10$ год, $T_{\text{утн}} = 0,2$ год, $T_{\text{то}} = 250$ чи $T_{\text{уто}} = 5$ ч. Результати моделювання показали, що при зміні значень параметрів $T_{\text{тн}}$ і $T_{\text{утн}}$ в межах відповідно 1–50 і 0,1–0,5 значення часу годівлі $T_{\text{к.мк}}$ знаходиться в межах 0,36 – 0,38 год; внаслідок зміни значень параметрів T і $T_{\text{уто}}$ в межах відповідно 50–500 і 1–25 значення часу годівлі-ня $T_{\text{к.мк}}$ знаходиться в межах 0,36–0,39 год. Таким чином, адекватність запропонованої математичної моделі визначення часу годівлі тварин мобільним кормоцехом на фермах в.р.х. підтверджується результатами хронометражних вимірів у виробничих умовах. Дослідження показало, що прогнозований час годівлі склав 92,3 % від фактичного.

Використання даного підходу на практиці дозволить здійснити обґрунтований вибір відповідної техніки для годівлі, розширити можливості персоналу організації робіт.

3.2 Результати моделювання роботи мобільного кормоцеху

Для оцінки впливу окремих параметрів мобільного кормоцеху і виробничих умов тривалість процесу приготування роздачі кормосумішей проведено моделювання в програмі MS Excel, де була реалізована запропонована математична модель визначення часу. Годівлі тварин на врх. Для моделювання прийняті наступні параметри [12,30]:

- кількість компонентів кормосуміші x -5;
- час щозмінного технічного обслуговування $T_{\text{це}}$ -0,27 год;
- швидкість порожнього і навантаженого кормоцеху $V_{\text{п}}$ і $V_{\text{г}}$ -відповідно 6,3 і 5 км/год;
- відстань від стоянки до сховища з першим компонентом L_1 -300 м;
- відповідні відстані переїздів мобільного кормоцеху між сховищами кормів $L_2 \dots L_5$ - 200 м;
- відстань від останнього сховища кормів до місця роздачі $L_{\text{п}}$ -200 м; - загальна протяжність переїздів $L_{\text{сум}}$ -1300 м;

- відповідні продуктивності вантажних засобів: $Q_1 - 7,5$, $Q_2 - 16,8$, $Q_3 - 10$, $Q_4 - 15$, $Q_5 - 5$ т/год;
- масові частки компонентів в раціоні: $m_1 - 0,05$ (сіно); $m_2 - 0,2$ (Силос); $m_3 - 0,342$ (Сінаж); $m_4 - 0,29$ (Буряк); $m_5 - 0,118$ (Концентрати);
- напрацювання мобільного кормоцеху на технологічне порушення $T_{ТН} - 10$ год; - час усунення технологічного порушення $T_{УТН} - 0,2$ год;
- напрацювання мобільного кормоцеху на технічний відмова $T_{ТО} - 100$ год; - час усунення технічного відмови $T_{УТО} - 1$ год;
- швидкість мобільного кормоцеху при роздачі кормосуміші $V_p - 0,8$ км/год;
- вантажопідйомність мобільного кормоцеху G до $-3000, 5000, 7000, 10000$ кг; - довжина одного кормом місця до $-1,1$ м;
- разова видача кормосуміші в цент $m_p - 30$ кг;
- добова норма видачі кормосуміші в цент $m_z - 30$ кг;
- час розвороту мобільного кормоцеху для переїзду на іншу лінію роздачі $t_{розв.} - 0,03$ год;
- коефіцієнт, що враховує втрати циклового часу $k - 1,15$;
- поголів'я тварин $T_N - 200, 400, 600, 800, 1000$ голів. Раніше було встановлено, що найбільший вплив на час приготування та роздачі кормосумішей надають такі параметри, як вантажопідйомність мобільного кормоцеху, поголів'я тварин, разова норма видачі кормосуміші на одну голову, протяжність переїздів між тваринницькими приміщеннями, продуктивність вантажних засобів, швидкість завантаженого мобільного кормоцеху [21, 28].

Для визначення залежності продуктивності $N_{год}$ мобільного кормоцеху і часу годівлі $T_{к.мк}$ від поголів'я тварин N до і вантажопідйомності мобільного кормоцеху G до розрахунки проводилися при основних параметрах. Отримані значення порівнювали з продуктивністю мобільного кормоцеху відповідної вантажопідйомності при $N_{до} = 200$ голів.

3.3 Результати виробничих досліджень роботи кормового вагону.

З метою вивчення досвіду експлуатації кормових вагонів DeLaval RA135 було проведено дослідження на молочно-товарній фермі.

Загальне поголів'я налічує 1007 тварин голштинської породи, з них 510 - дійне стадо. Система утримання безприв'язна, круглорічна.

У корівниках була проведена реконструкція з участю фахівців з компанії DeLaval, і встановлено технологічне обладнання даного виробника.

Гній видаляється з проходів до поперечного каналу за допомогою двотросових транспортерів скреперного типу, далі самотьком надходить у гноєприймачі, перекачується в бочку.

Для забезпечення тварин водою встановлені групові автопоїлки. В корівнику розміщено шість рядів з боксами для відпочинку, оснащені розділювачами.

Приготування і роздача кормосумішей. Усі компоненти для приготування раціонів, в основному власного виробництва, зберігаються на території ферми.

Для приготування частково роздачі застосовувано мобільний кормоцех з одним вертикальним шнеком DeLaval VM 12 місткістю 12 м³. Годівля здійснюється за технологічними групами з використанням різних раціонів.

Тварини, розташовані під відкритими навісами, суміш дається один раз на добу за допомогою мобільного кормоцеху.

Для обслуговування тварин в корівниках встановлені та пересуваються по підвісним рейкам кормові гони DeLaval RA135 зі зємним бункером 3,7 м³ (Рис.3.3).

У ході реконструкції в корівниках залишилося по одному кормовому проходу шириною 192-205 мм, що дозволило збільшити місткість приміщень. У цілому корівник № 1 розрахований на 444 тварин (для комфортних умов - 320-350 голів), корівник № 2 – 388 (280-320) голів).



Рисунок 3.3 -Кормовий вагон DeLaval RA135 в корівнику №1

Кожен з корівників розділений на 4 частини поздовжнім кормовими поперечним технологічним проходами. цьому корівнику № 1 розташовані три технологічні групи ("0-30", 2 х "30-150", "нетелі 20-24 "), а корівник №2 повністю відведено підгрупу "30-150". Годівля тварин проводиться з 04:00 до 24:00, тваринам відводиться 4 години на відпочинок. Кормовий стіл щодня очищається для групи "0-30" раз в 2-3 дні-для "30-150".

У зв'язку з тим, що в корівниках міститься різна кількість технологічних груп, і, відповідно, використовується різна кількість раціонів, процес завантаження кормових вагонів відрізняється.

Технологічне обладнання для завантаження кормового вагону в корівнику №1 показано на Рис. 3.4. По мірі необхідності кормовий вагон завантажувався готовою кормосумішю з мобільного кормоцеху через похилий транспортер. Оператор, найчастіше, вручному режимі переміщає кормовий вагон, в результаті бункер заповнюється рівномірно.



Рисунок 3.4 - Організація процесу завантаження кормосумішей в корівнику №1

Технологічне обладнання для завантаження кормового вагону в корівнику №2 показано на Рис. 3.5. Тут використовується тільки один раціон, тому готова суміш з мобільного кормоцеху через похилий транспорттер завантажується в бункер накопичувач довжиною 8 м обсягом 15 м³. Кормовий вагон завантажується з бункера-накопичувача через похилий транспортер, розташований всередині приміщення.



Рисунок 3.5 -Організація процесу завантаження кормосумішей в корівнику №2.

Опис кормового вагону DeLaval RA135.

Найбільший інтерес досліджуваної системи годівлі представляє підвісний кормовий вагон, що виконує функцію роздачі кормосумішей в корівниках.

Кормовий вагон DeLaval RA 135 являє собою бункер стандартного обсягу 2,5 м³ цьому існує можливість збільшити даний параметр на 0,6 або 1,2 м³ при збільшенні довжини відповідно на 0,5 або 1 м³. У господарстві використовувалися два кормових вагони місткістю 3,7 м³ при цьому маса завантажуваних кормових сумішей знаходилася в межах від 800 до 1200 кг в залежності від їх вологості.

Кормовий вагон RA135 оснащений поперечним реверсивним транспортером (Рис. 3.5) з можливістю видачі кормосуміші по черзі ліворуч або на правий бік, бітерним пристроєм поздовжнього транспортера. Для програмування роботи кормового вагону встановлено сенсорний дисплей

(Рис.3.6).



Рисунок 3.7 -Поздовжній транспортер і бітерний пристрій (зліва); сенсорний дисплей (праворуч).

Для приводу механізмів кормового вагону використовується п'ять електродвигунів: привід бітерів - 4 кВт, привід поздовжнього транспортера-0,37 кВт, привід поперечного транспортера-0,75 кВт, ходовий двигун-2 x 0,37 кВт. живлення здійснюється через струмопровідну рейку, розташовану поряд з підвісною рейкою.

Кількість що роздається кормосуміші регулюється швидкістю руху поздовжнього транспортера і швидкістю руху кормового вагону - для обох параметрів передбачено 4 режими: 25, 50, 75 і 100% від максимальної швидкості.

Кормовий вагон можна, запрограмувати для годівлі різних технологічних груп. Для цього на підвісну рейку прикріплюються самоклеючі маркери, інформація яких зчитується при допомоги індукційного датчика, складається карта прогону (передбачена можливість програмування до 10 карт). Програмою комп'ютера можна поставити різні функції, що запускаються при досягненні маркера кормовим вагоном передбачено використання не більше 30 маркерів, кожен з яких можна окремо настроїти як для руху вперед, так і назад. автоматичному режимі кормовий вагон можна запускати до 24 раз, при цьому вибирається відповідна карта прогону, відповідно до якої буде відбуватися годівля (Рис.3.8).

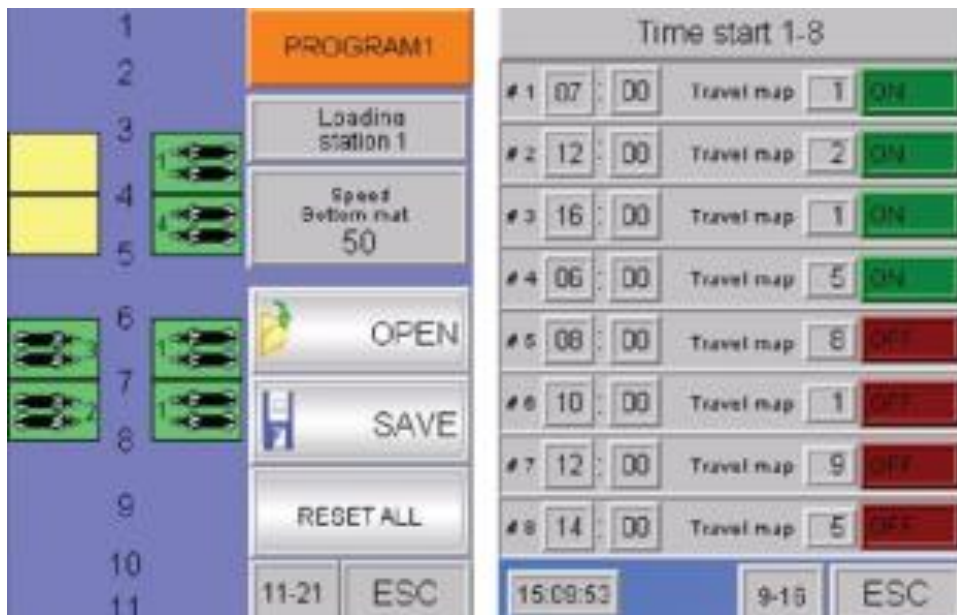


Рисунок 3.8 -Створення карти прогону (ліворуч); програмування запуску кормового вагону в автоматичному режимі (праворуч)

У процесі майже п'ятирічної експлуатації кормових вагонів серйозних поломок не виникало -завжди один раз був замінений поздовжній транспортер щорічно змінювалася стрічка поперечного транспортера, кілька раз на рік мінялися привідні ремені (строк служби залежить від виробника).

До переваг кормових вагонів можна віднести наступне:

- при годівлі відпадає необхідність відкривати ворота, що особливо важливо зимовий час;
- низький рівень шуму при роботі, відсутність вихлопних газів;
- економія площі корівника за рахунок зменшення ширини кормового проходу до $2\pm 0,1$ м;
- економія енергоспоживання;
- зниження трудовитрат за рахунок роботи в автоматичному режимі;
- можливість збільшення кратності годівлі, що сприятливо впливає на здоров'я продуктивність тварин; також знижується рівень стресу в стаді,
- можливість організації годівлі по технологічним групам.

Також в процесі експлуатації виявився ряд недоліків:

- через морози траплялися відмови електроніки, тому кормовий вагон в морози во час простоїв знаходиться в центрі приміщення, де саме тепле місце;

– споживання кормосумішей тваринами по всьому фронту годівлі часто нерівномірно, що не враховується кормовим вагоном при слідуючій роздачі в автоматичному режимі, тому в господарстві використовується частіше в ручному режимі;

– у разі несправності кормового вагону із-за малої ширини кормового проходу використовувати іншу техніку неможливо;

– для грамотної експлуатації кормового вагону необхідно мати висококваліфікований Персонал.

Таким чином, використання кормових вагонів є перспективним напрямком автоматизації приготування та роздачі кормів на молочних фермах. Важливою перевагою є можливість встановлення практично будь-якого режиму годівлі тварин. Найбільшою ступеня автоматизація годівлі забезпечується при розміщенні в корівнику однієї технологічної групи тварин, які споживають приблизно рівну кількість кормосуміші.

3.4 Результати моделювання роботи кормового вагону

Моделювання проводились в програмі MS Excel, де була реалізована та розроблена математична модель визначення часу годівлі тварин на фермах ВРХ метою вивчення впливу кратності годівлі на тривалість процесу роздачі кормосумішей тваринами продуктивність кормового вагону для двох окремих випадків. За основу були вибрані виробничі де використовуються кормові вагони DeLaval RA135.

Схематичний план корівників представлений на Рис. 3.9 зроблено припущення тому, що в корівниках знаходяться тварини, які отримують однаковий раціон у рівній кількості. В моделюванні використовувалися параметри зі наступними значеннями [29]:

$Q_3 = 145$ т/год (продуктивність лінії завантаження): значення взято відповідно зафіксованою вході проведення хронометражних вимірів на молочно-товарній фермі СВК-Агрофірма «Культура» Брянській обл. продуктивністю вивантажного транспортера мобільного кормоцеху Husky MT 90;

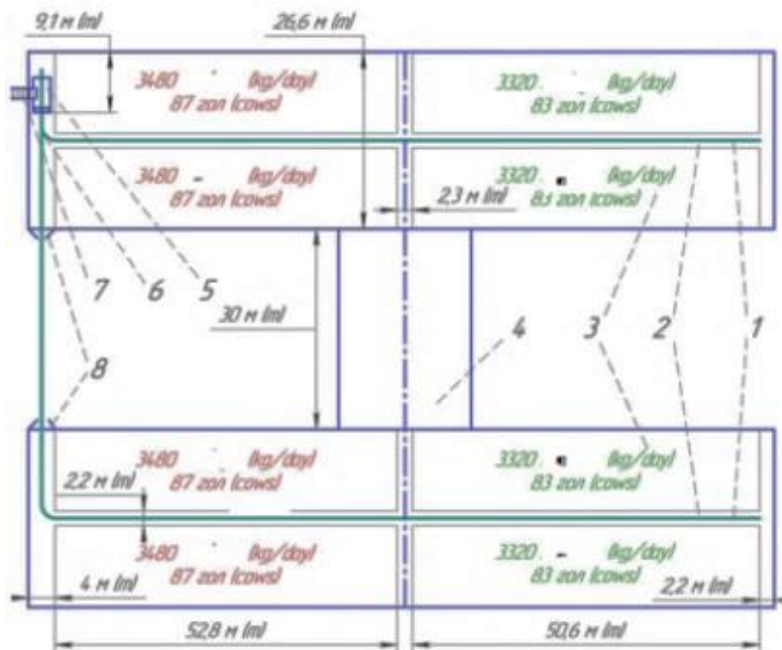


Рисунок 3.9 -План корівників:1 -підвісний рейка,2 –кормовий прохід, 3 - Зони розміщення тварин, 4 -Доїльний зал, 5 -підвісний кормовий вагон, 6 - Поворотний рейка, 7 -пристрій для завантаження кормосумішей, 8 -автоматичні ворота

$V_{\Gamma} = 0,7$, $V_{\Pi} = 0,85$ і $V_p = 0,5$ км / год (швидкості кормового вагону відповідно: завантаженого, порожнього і при роздачі). Дані значення вибиралися з діапазону швидкісних характеристик кормового вагону GEA Mix & Carry (0,48-0,96 км/год), зазначених на офіційному сайті виробника. Фіксована швидкість при роздачі зумовлена запропонованою конструкцією кормового вагону, зміна норми видачі у якому відбувається за рахунок зміни швидкості позовжнього транспортера;

$T_{TH} = 2$, $T_{TO} = 250$, $T_{UTH} = 0,2$ і $T_{UTO} = 5$ ч (відповідно напрацювання технологічне порушення, на технічний відмова, середній годині усунення технологічного порушення технічної відмови). Зміна даних параметрів в межах $T_{TH} = 1...5$, $T_{TO} = 100...500$, $T_{UTH} = 0,5 \dots 0,1$ і $T_{UTO} = 24...2$ не надає

істотного впливу на час годівлі ($\pm 6\%$ по порівняно сприйнятими значеннями);

$\rho_{\text{до}} = 245 \text{ кг/м}^3$ (Щільність кормосумішей); $m_i = 40 \text{ кг/гол}$ (добове споживання кормосуміші одним тваринам); $l_{\text{до}} = 0,61 \text{ м}$ (довжина одного кормомісця); $k_{\text{Ц}} = 1$ (Коефіцієнт, що враховує втрати циклового часу); $T_{\text{ВЦ}} = 0 \text{ год}$ (позацикловий час – витрати часу на ЦЕ і т.д.).

Вплив кратності годівлі K (раз/доба) загальний час годівлі всього поголів'я тварин $T_{\text{до}}$ (г/доба) і продуктивність кормового вагону N (гол/год) досліджувалося для наступних значень K : 2, 4, 6, 8 і 10 при обсязі кормового вагону $V_{\text{КВ}} = 1,5, 2,5, 3,5 \text{ і } 4,5 \text{ м}^3$ (Вантажопідйомність $G_{\text{КВ}}$ відповідно 370, 615, 860 і 1110 кг $\pm 10\%$).

Моделювання проводилося для двох випадків: годівлі тварин у кожному з корівників окремим кормовим вагоном обслуговування всіх тварин (680 голів) одним кормовим вагоном (як показано нарис.4.21).

Оскільки для годівлі кожного з рядів тварини (87+83) голів), розділених кормовим проходом, була потрібна однакова кількість часу, моделювання проводилося тільки для оцінки витрат часу на одинці годівлі одного ряду тварин. Для визначення часу однієї годівлі всіх тварин результат множився на 2, а для визначення спільного часу годівлі всього поголів'я $T_{\text{до}}$ -додатково призначення кратності годівлі K .

При зміні кратності годівлі змінювалося кількість робітників циклів кормового вагону, необхідних для годівлі обраних груп. Відповідні значення, які використовувалися при моделюванні стосовно одному ряду тварин, відображені в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Умови моделювання.

V кв, м ³ G кв, кг (m ³ & kg)	N** (cows)	Кратність годівлі (Feeding frequency, n/day)											
		2			4			6			8		
		Кількість циклів		Вага корму для 1 годівлі	Number of cycles		Mass of TMR for one feeding, kg	Кількість циклів		Вага корму для 1 годівлі	Number of cycles		Mass of TMR for one feeding, kg
		actual	accepted		actual	accepted		actual	accepted		actual	accepted	
1,5 (370)	87	4,7	5	1740	2,4	5	870	1,6	3	580	1,2	3	435
	83	4,5	5	1660	2,3	5	830	1,5	3	553	1,1	3	415
2,5 (615)	87	2,8	3	1740	1,4	3	870	1	1	580	0,7	1	435
	83	2,7	3	1660	1,4	3	830	0,9	1	553	0,7	1	415
3,5 (860)	87	2	2	1740	1	1	870	0,7	1	580	0,5	1	435
	83	1,9	2	1660	1	1	830	0,7	1	553	0,5	1	415
4,5 (1110)	87	1,6	2	1740	0,8	1	870	0,5	1	580	0,4	1	435
	83	1,5	2	1660	0,8	1	830	0,5	1	553	0,4	1	415

*G кв - Вагтяність вагону
 *V кв - Об'єм вагону
 **Nj - Кількість тварин в палув

Наприклад, при $K = 2$ ($V_{KB} = 1,5 \text{ м}^3$, $G_{KB} = 370 \text{ кг}$) для одної годівлі групи (87) гол) потрібно $1740/370 = 4,7 \approx 5$ робітників/циклів (для одної годівлі всього ряду (87+83) гол) – $4,7+4,5 \approx 10$ робочих циклів), тоді як при $K = 10$ для одного годівлі групи (87) гол) потрібно 1 робітник/цикл (для однієї годівлі всього ряду (87+83) гол) – $1+0,9 \approx 2$ роб./цикли). При $K = 10$ ($V_{KB} = 4,5 \text{ м}^3$, $G_{KB} = 1110 \text{ кг}$) для 1 годівлі всього ряду (87+83) гол) потрібно $0,3 + 0,3 \approx 1$ робітничий цикл.

На практиці можливо програмування кормового вагону таким чином, щоб по закінченню роздачі першому ряду тварин він приступав до роздачі кормосуміші, що залишилася. Другому ряду. моделюванні зроблено припущення: наприклад, при $K = 8$ ($V_{KB} = 1,5 \text{ м}^3$, $G_{KB} = 370 \text{ кг}$) для одного годівлі всього ряду (87+83) гол) потрібно $1,1 + 1,2 \approx 3$ робочих цикли, для одного годівлі двох рядів - $(1,1+1,2)*2 \approx 6$ робітників циклів, тоді як фактично $-(1,1+1,2)*2 = 4,6 \approx 5$ робочих циклів. У даному випадку можливість об'єднання двох рядів водну програму годівлі не враховувалася. Це обумовлено тим що при такому підході ускладнюється програмування роботи часу годівлі всього поголів'я T до і продуктивності кормового вагону N отого обсягу V_{KB} та кратності годівлі K . Графіки, розташовані зліва на малюнку, представлені для випадку, коли один кормовий вагон обслуговує один корівник, а графіки справа для випадку, коли один кормовий вагон обслуговує два корівника.

Аналіз даних показує, що при збільшенні кратності годівлі продуктивність більш містких кормових вагонів знижується помітніше. Так, наприклад, при збільшенні кратності годівлі від 2 до 10 раз на добу час годівлі $T_{к.кв}$ збільшується з 7,0 до 10,3 чим при $V_{кв} = 1,5 \text{ м}^3$ (+47%) та с 3,3 до 7,5 чим при $V_{кв} = 4,5 \text{ м}^3$ (+127%), продуктивність N знижується відповідно на 33% 56%.

Порівняльний аналіз даних на Рис. 3.10 показує, що обслуговування одним кормовим вагоном відразу двох корівників недоцільно: наприклад, при $K = 6$ і $V_{кв} = 1,5 \text{ м}^3$ $T_{к.кв} = 1,33 \cdot 6 = 8$ ч-стадо в 680 голів обслужити двома кормовими вагонами; при $K = 6$ і $V_{кв} = 4,5 \text{ м}^3$ $T_{до} = 1,82 \cdot 6 = 10,9$ ч-стадо в 680 голів обслуговується одним кормовим вагоном.

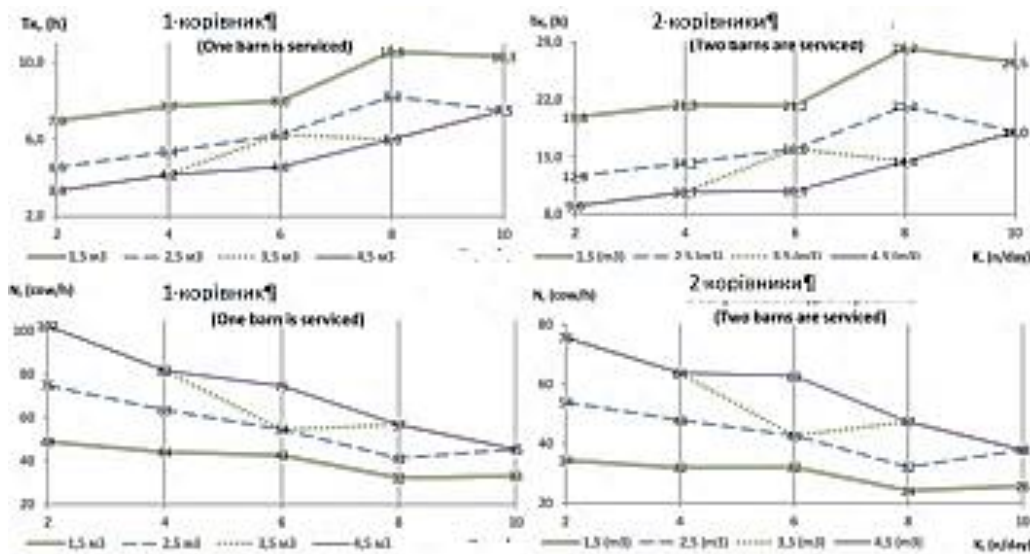


Рисунок 3.10 -Вплив кратності годівлі K і обсягу кормового вагону $V_{кв}$ на його продуктивність N (внизу)і час годівлі $T_{к.кв}$ (вгорі).

Реалізації другого варіанту в порівнянні спочатку потрібно: більше підвісні шляхи збільшеною довжини (+56,6 м); наявність автоматичних воріт; утеплена огорожа шляху, що проходить по вулиці(для регіонів) низькими температурами); наявність поворотного рейки; збільшена кількість маркерів для програмування роботи кормового вагону; кормовий вагон обсягом $4,5 \text{ м}^3$ замість двооб'ємом $1,5 \text{ м}^3$. Таким чином, для розглянутих умов і корівників меншою місткості при допустимому часі одного годівлі всього поголів'я[$T_{до}$

$\leq 2 \pm 10\%$, коефіцієнт обліку втрат циклового часу $k = 1,15$ і значенні кратності годівлі в межах 4–10 раз / добу достатньо кормового _ вагону обсягом 1,5 м³ . –

3.5 Результати лабораторних досліджень системи автоматичного зміни норми видачі кормосуміші кормовим вагоном.

На Рис. 3.11 представлені результати вимірів висоти отриманих профільних поверхонь при роздачі порожній короб для значень частоти струму, що живить привідний електродвигун, $\nu = 50, 55$ і 60 Гц (відображення на малюнку відповідно зверху вниз).

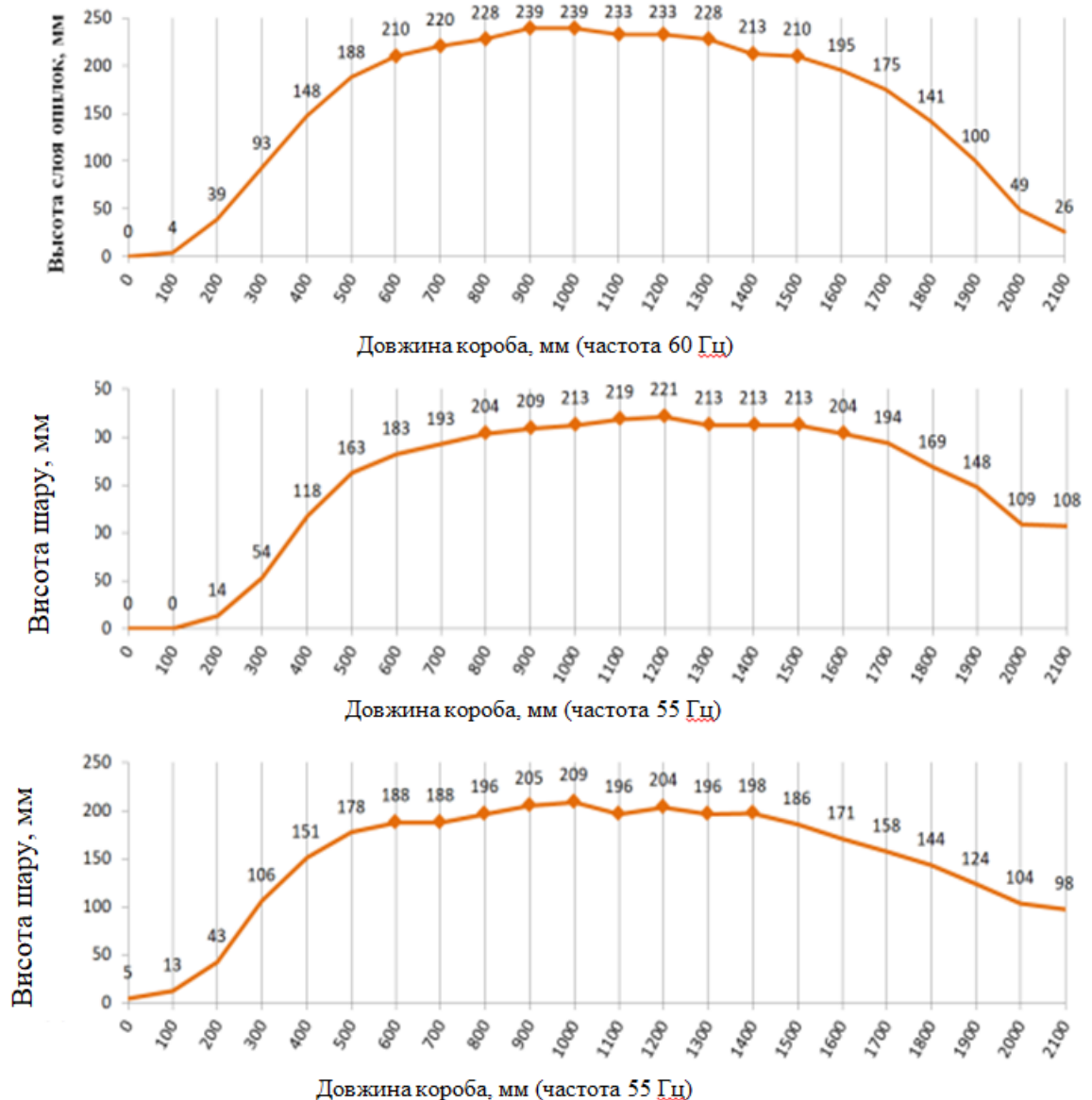


Рисунок 3.11 -Отримані профільні поверхні при роздачі в порожній короб) за результатам вимірів встановленому режимі роботи вивантаженого

транспортера висота профільної поверхні після роздачі сумарно в короб (еталонна) знаходилася в межах (значення, які при цьому вивчалися, відзначені на Рис. 3.12 маркерами):

- при $v = 60$ Гц -210-239 мм(в середньому 235 мм);
- при $v = 55$ Гц -204-231 мм(в середньому 212 мм);
- при $v = 50$ Гц -188-209 мм(в середньому 198 мм).

Оскільки при високій швидкості руху вивантажувального транспортера під час роздачі в короб з профільною поверхнею відбувалося пересипання тирси паркан та коробка, то для подальших випробувань була обрана частота $v = 50$ Гц.

Для перевірки працездатності системи автоматичного зміни норми видачі в коробі був виготовлена профільна поверхня, що виконує функцію залишків кормів суміші (рис.3.12) висота відповідає середньої висоті профільної поверхні (відхилення становить-4%), отриманої при роздач порожній короб при частоті $v = 50$ Гц (Рис.3.12)

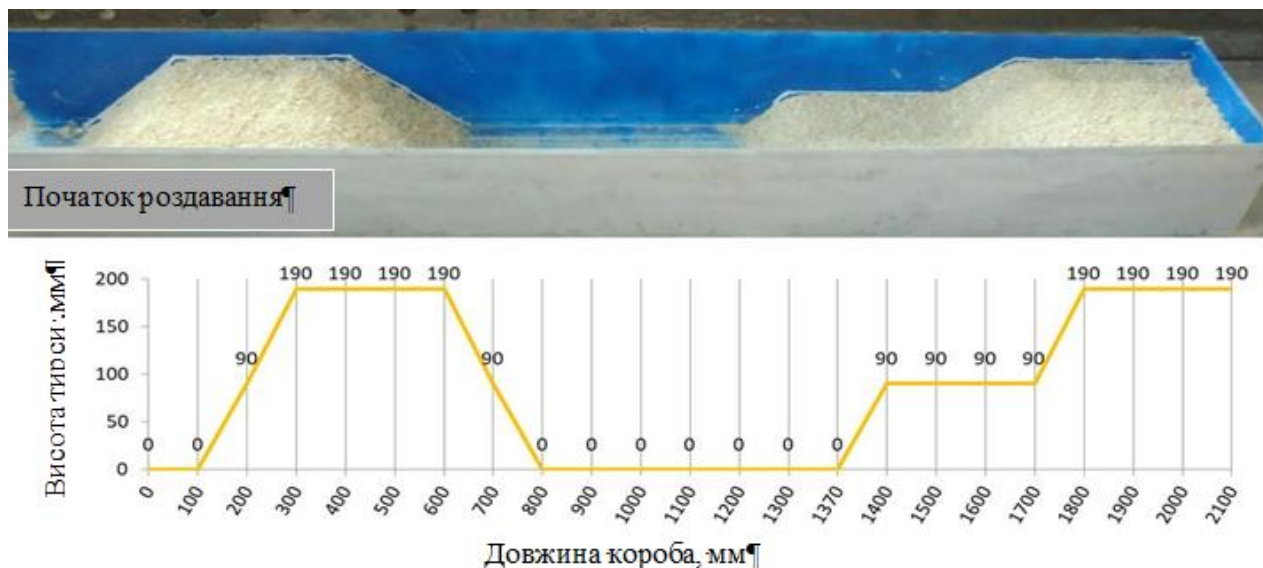


Рисунок 3.12 -Виготовлена в короб с профільна поверхня залишків кормосуміші.

Далі оцінювався вплив висоти підвісу осі обертання копіра h до i його вильоту щодо вивантажного транспортера L до на рівномірність роздачі в короб виготовлена профільна поверхня. Вплив копіра програмувався в параметрі 7 до

01 обраного ЧП таким чином, щоб при підйомники копіра на висоту 195 ± 10 мм, вивантажувальний транспортер зупинявся.

Максимальний виліт характеризується раннім спрацьовуванням копіра, у зв'язку з чим при досягненні насипу з переду утворюється "провал", а при проходження відбувається пересипання.

Вхід проведених дослідів для досліджуваних значень параметра $h_{до}$ до експериментального був підібраний оптимальний виліт копіра $L_{до} = 385$ мм, який може змінюватися в незначних межах.

При висоті підвісу осі обертання копіра $h_{до} = 740$ мм і оптимальному вильоті копіра $L_{до} = 385$ мм були досягнуто кращі результати по рівномірності роздачі: значення висоти отриманого шару варіювалися в межах 166-206 мм (в середньому 188 мм) в порівнянні з значеннями 155-230 мм (в середньому 184 мм) при параметрах $h_{до} = 545$ мм і $L_{до} = 385$ мм. при порівнянні з еталонною роздачею в короб при частоті $\nu = 50$ Гц (Рис.3.12) відхилення від нижнього і верхнього порогу склало відповідно -11,7 % -1,4 %, в середньому відхилення склало -5%. При цьому підбір змінного резистора з відповідною залежністю опору /або можливості програмних налаштувань частотного перетворювача дозволить досягнути більш точних результатів

На завершальному етапі для підвищення рівномірності роздачі проводилися випробування лабораторної установки при значенні параметрів $h_{до} = 740$ мм і $L_{до} = 385$ мм з пристроєм для розрівнювання отриманих профільних поверхонь з вертикальною пластинною (Рис.3.14).



Рисунок 3.13 - Розрівнюючий пристрій

Роздача здійснювалася в коробах з виготовленим профілем із тирси при значеннях параметра 7-01 рівних 95 і 94. В першому випадку вивантажувальний транспортер зупинявся при підйомі копіра на висоту 195 ± 10 мм, в другому випадку – на висоту 235 ± 10 мм.

Після роздачі і проведення відповідних вимірів здійснювалося розрівнювання отриманої профільної поверхні при цьому нижня частина розрівнюючого пристрою знаходилася на висоті 200 мм від дна короба.

Результати вимірів для розглянутих випадків представлені нижче на рис.4.28 і 4.29 відповідно.

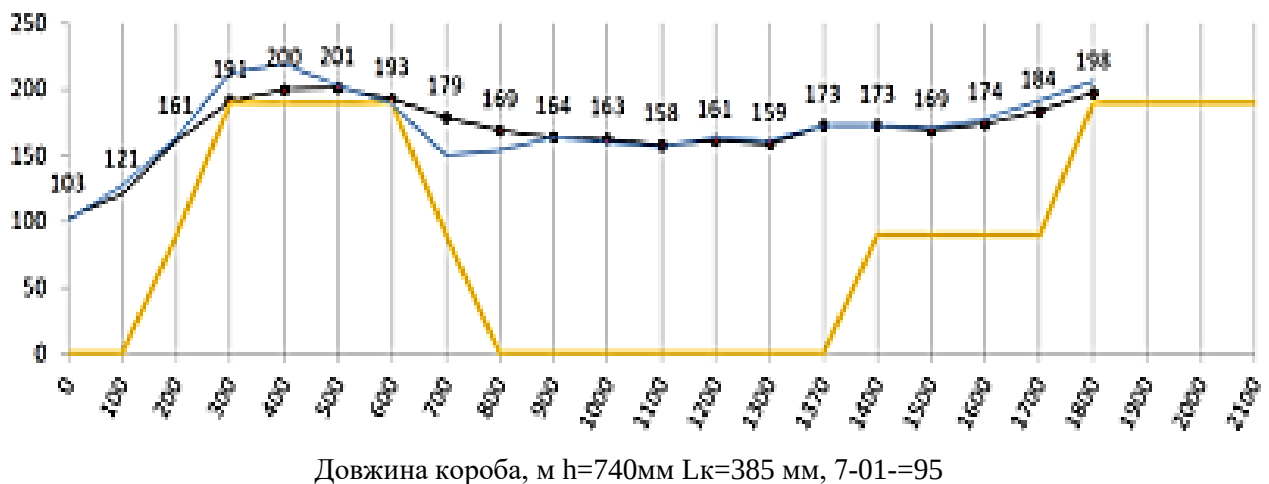


Рисунок 3.14 -Результати вимірів після роздачі порівнянням (значення параметра 7-01 одно 95).

З Рис. 3.14 видно що при значенні параметра 7-01 рівному 95 висота отриманої профільної поверхні після роздачі варіюється в межах 150-219 мм (в середньому 176 мм), після розрівнювання – в межах 158-201 мм (в середньому 177 мм). Порівнянні з еталонною роздачею в короб при частоті $\nu = 50$ Гц (Рис.3.15) після розрівнювання, відхилення від нижнього і верхнього порогу склало відповідно -16 % -3,8%, в середньому відхиленні склало -106%.

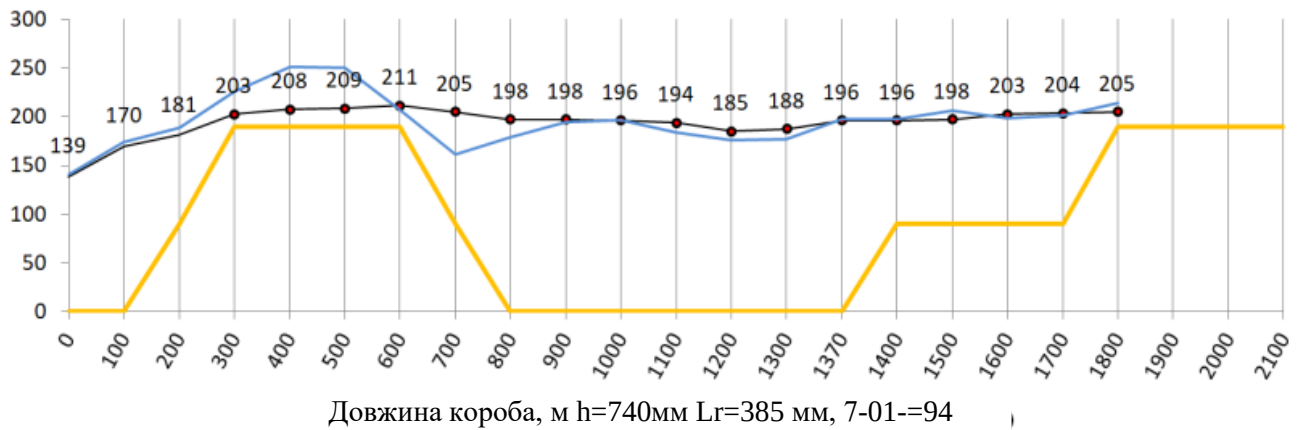


Рисунок 3.15 -Результати вимірів після роздачі порівнянням (значення параметра 7-01 одно 94)

З Рис.3.15 видно що при значенні параметра 7-01 рівному 94 висота отриманої профільний поверхні після роздачі варіюється в межах 161-251 мм (в середньому 201 мм), після розрівнювання – в межах 185-211 (у середньому 200 мм). В порівнянні з еталонною роздачею при частоті $\nu = 50\text{ Гц}$ (рис.4.23) після розрівнювання відхилення від нижнього і верхнього порогук склало відповідно -1,6% +1%, в середньому відхиленні склало +1%. Дані показники свідчать про ефективність запропонованої системи автоматичного зміни норми видачі кормового вагону. На Рис. 3.16 представлені фотографії результатів роздачі для цього досліді.

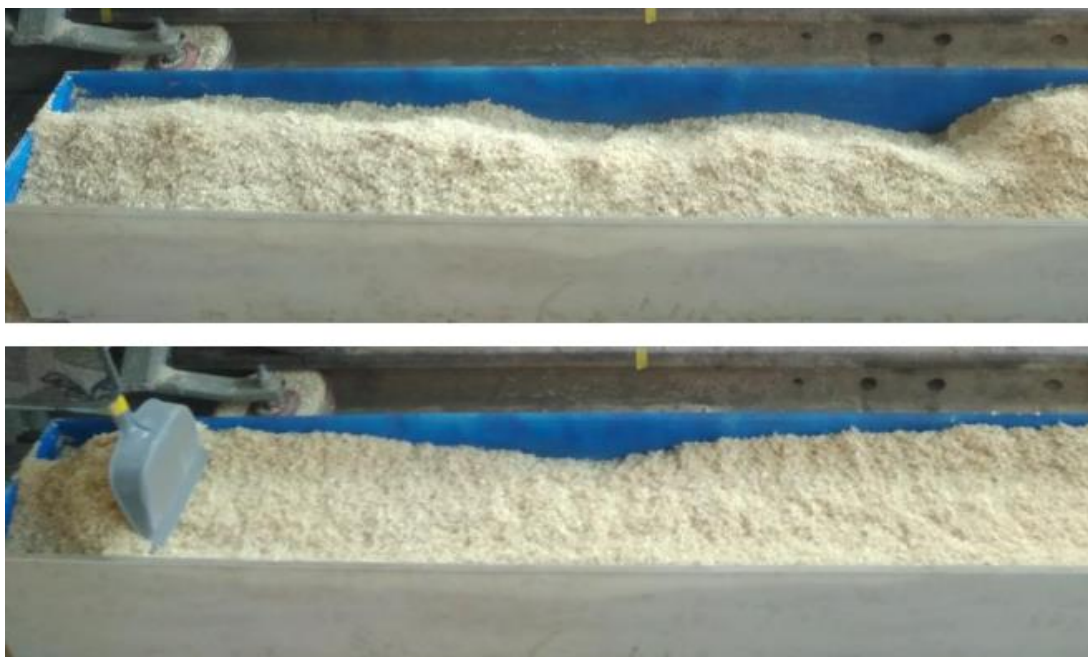


Рисунок 3.16 -Отримана профільна поверхня (значення параметра 7-01=

94): до вирівнювання(вгорі)і після вирівнювання (внизу).

Аналіз отриманих результатів показує, що пропонована система автоматичного зміни норми видачі кормосуміші кормовим вагоном забезпечує її регулювання залежно кількості залишків кормосуміші на кормовому столі та виборі оптимальних значень вильоту осі обертання копіра щодо вивантажного транспортера по висоті підвісу осі обертання копіра. Запропонована лабораторна установка представляє собою спрощену схему кормового вагону. Дає можливість на практиці змінювати норму видачі кормосуміші за рахунок зміни швидкості руху продольного транспортера, що подає кормосуміш на поперечний (Вивантажувальний) транспортер. Заміна лабораторної установки управління подовжнім на управління поперечним транспортером принципово схему роботи системи не змінює, тому що в кормовому вагоні не поперечний транспортер видає норму, встановлену на подовжньому транспортері. Збільшується лише в часі реагування на керуючий сигнал копіру.

3.6 Результати обґрунтування складу технологічної лінії приготування і роздачі кормосумі

Дослідження в ПСП Плешкані показали, що можна, і можливо піти від початкового призначення бункерів-накопичувачів і використовувати їх для зберігання та подальшого завантаження в вагон вже готових кормів згідно раціону. Така можливість особливо актуальна в господарствах, де для приготування повноцінних кормосумішей використовується мобільний кормоцех, також в тих випадках, коли використовується велика кількість компонентів. При такому варіанті відпадає необхідність у придбанні стаціонарного змішувача і бункерів-накопичувачів для кожного компонента, що дозволяє істотно скоротити капіталовкладення при впровадженні кормових вагонів.

В даному випадку схема годівлі має вид: приготування раціону мобільним кормоцехом – завантаження бункера-накопичувача – автоматична

завантаження кормового вагону – автоматична годівля тварин.

Таку схему годівлі легко реалізувати розташуванням в корівнику тварин, що отримують однаковий раціон. У цьому випадку необхідно правильно вибрати тип і габарити бункера-накопичувача (одного або кількох), і його (їх) розташування. Обсяг бункера-накопичувача безпосередньо залежить від графіка заповнення свіжим “раціоном”. Цей показник визначається поголів'ям тварин і зоотехнічними вимогами до якості кормів. Тривале зберігання (особливо в літній період) може негативно позначитися як на кормосуміші, що приведе до псування, що необхідно враховувати при плануванні робіт [19].

У даному господарстві основне дійне стадо розташовується в двох корівниках, з'єднаних між собою доїльним залом (Рис.3.17). Інші тварини містяться під відкритими навісами і отримують кормосуміші 1 раз на добу. На Рис.3.17 показано розташування груп тварин у корівниках і їх кількість, частина.

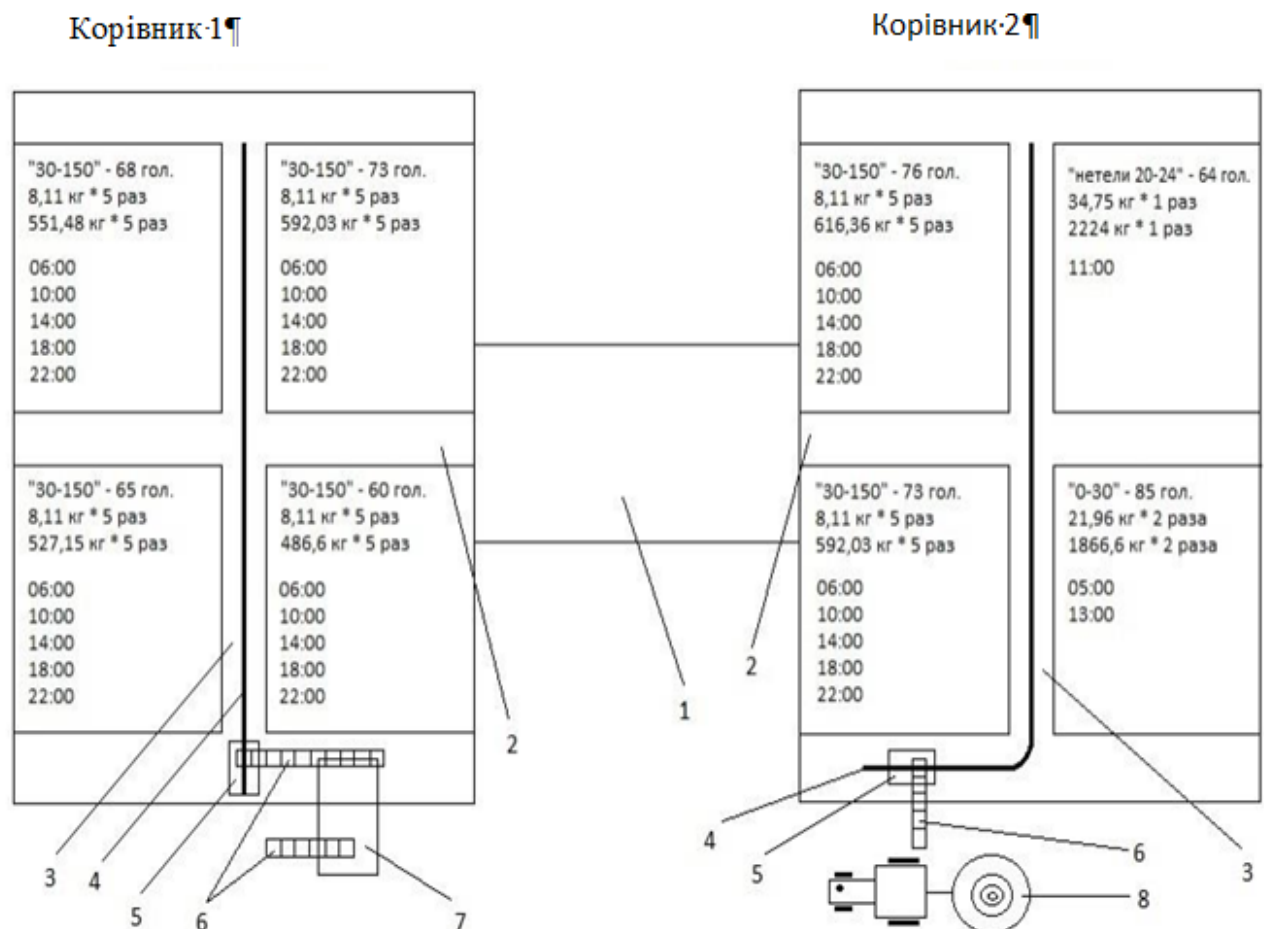


Рисунок 3.17 -Схематичний план корівників: 1 -Доїльний зал, 2 - Технологічний прохід, 3 -Кормовий прохід, 4 -Підвісний ходовий рейка, 5 - Підвісний кормовий вагон DeLaval RA135, 6 -Похилий транспортер, 7 -Бункер-

накопичувач, 8 -Мобільний кормоцех DeLaval VM12.

Для приготування роздачі раціонів розташованим відкритими навісами тваринам використовується мобільний кормоцех DeLaval VM12 обсягом 12 м³. Готова кормосуміш у корівниках видається за допомогою кормових вагонів DeLaval RA135 обсягом 3,7 м³.

В корівнику №2 розміщені тварини однієї групи, використовується один раціон. В мобільному кормоцехові, і завантаження кормового вагону використовується бункер-накопичувач об'ємом 15 м³. Добове споживання кормосуміші при 5-кратній годівлі з обліком прийнятого в господарстві становить 10786,3 кг (49,9-33,3 м³ при щільності кормосуміші 216,2-324,3 кг/м³). З даних значеннях максимальна маса завантажуваних кормових сумішей дорівнює: мобільний кормоцех об'ємом 12 м³ -2594,4–3891,6 кг; бункер-накопичувачем об'ємом 15 м³ -3243 ... 4864,5 кг; кормовий вагон обсягом 3,7 м³ -800–1200 кг.

Недоліком даної схеми є відсутність вагового контролю на етапі завантаження кормового вагону з бункера-накопичувача, що створює труднощі при роздачі кормосуміші тваринам кілька рейсів, а також виключає можливість автоматизації процесу. Дана проблема вирішується шляхом обладнання кормового вагону або бункера-накопичувача ваговою системою.

В корівнику №1 розміщені тварини трьох груп, використовується три раціону. вагон завантажується безпосередньо із мобільного кормоцеха через вмонтований в стіну похилий транспортер. У даному випадку схема годівлі має істотні недоліки:

- оскільки годівлі здійснюється з 04:00 до 24:00, необхідно організовувати 2 зміни для операторів мобільного кормоцеху;

- у зв'язку з тим, що кормовий вагон завантажується безпосередньо з мобільного кормоцеху, оператор останнього змушений простоювати в очікуванні чергового завантаження кормового вагону, або здійснювати повторні цикли приготування раціону;

- оскільки в господарстві кормовий вагон використовується переважно в ручному режимі, робота операторів кормового вагону і мобільного кормоцеха взаємопов'язана.

Для усунення описаних недоліків рекомендуємо установку бункера накопичувача в корівнику № 1 по аналогії з корівником №2 і використання пропонованої нижче схеми годівлі. Опис пропонованої схеми годівлі. Часи початку годівлі груп тварин, наведено також на рис. 4.31. Потрібно точно розпланувати роботу мобільного кормоцеху і кормових вагонів, слід провести відповідну оцінку тимчасових витрат по запропонованій математичній моделі визначення часу годівлі тварин мобільним кормоцехом і кормовим вагоном:

а) В 04:00 починається робоча зміна, оператор мобільного кормоцеху готує корми для першої групи «0-30» в корівнику №1 і вивантажує в бункер-накопичувач 1866,6 кг кормосуміші. Потрібно 1 рейс.

б) Потім йде приготування для годівлі розташованої в обох корівниках групи «30-150» о 06:00 і 10:00 – Спочатку 4314,5 кг кормосуміші вивантажується в бункер-накопичувач в корівнику № 2, а згодом 2416,8 кг у звільнений бункер-накопичувач в корівнику № 1. Для приготування- 6731,3 кг кормосуміші потрібно 2-3 рейси.

в) Далі готуються раціони розташованим на відкритих площадках тваринам, годівля яких здійснюється 1 раз на добу.

г) Після 10:00 готується раціон для годівлі 11:00 групи «нетелі 20-24» в корівнику № 1 і вивантажується в звільнений бункер-накопичувач. Для приготування 2324 кг кормосуміші потрібно 1 рейс. необхідності продовжується годівлі тварин, розміщених на відкритих майданчиках.

д) Потім готується раціон для другого годівлі групи "0-30" в 13:00 і вивантажується бункер-накопичувач, що звільнився. Потрібно 1 рейс.

е) Останній етап - приготування раціону для годівлі групи «30-150» о 14:00, 18:00 і 23:00. Для приготування 10096,95 кг кормосуміші (46,7-31,13) м³ (для розглянутої щільності кормосумішей) потрібно 3-4 рейси. На цьому етапі виникають труднощі – бункер-накопичувач обсягом 15 м³ в корівнику №2 не

здатний вмістити необхідні для триразової годівлі тварин 6471,8 кг кормосуміші (29,93-19,96 м³). Вирішити дану проблему можна декількома шляхами:

1) вивантажити частину кормосуміші в бункер-накопичувач в корівнику №2 – вивантажити частину кормосуміші в бункер-накопичувачів корівнику № 1 – решту я вивантажити після роздачі, починається в 14:00; це для годівлі тварин о 18:00 і 23:00 в корівнику №2 потрібно 4314,5 кг кормосуміші (19,96-13,3 м³), обсяг якої також може не вміститися в бункер-накопичувач;

2) використовувати бункер-накопичувач більшого обсягу або встановити додатковий;

3) виконувати завантаження корм суміші в бункер-накопичувач після годівлі-18:00.

Висновки по 3 розділу Таким чином, застосування запропонованого обладнання планування робіт по аналогії з вище схемою годівлі дозволяє домогтися ряду переваг:

- з'являється можливість використання одного бункера-накопичувача для завантаження в готовий вагон декількох раціонів годівлі, в результаті чого суттєво знижуються витрати набуття і обслуговування технологічного обладнання, що входить у складі системи годівлі;

- оператори кормового вагону і мобільного кормоцеху працюють незалежно один від одного у відповідності з індивідуальним завданням. Робочий день оператора мобільного кормоцеху значно скорочується, вивільняються трудові ресурси, що досить важливо на тлі очікуваного підвищення кадрових ризиків векторі АПК у зв'язку з прогнозованим зниженням чисельності сільського населення.

РОЗДІЛ 4. Охорона праці.

4.1 Аналіз умов та заходів з охорони праці.

Умови праці у тваринницьких приміщеннях визначаються, в основному, станом повітряного середовища робочих приміщень. Значне місце серед шкідливих виробничих факторів займає контакт з тваринами.

У процесі обслуговування тварин, у найбільшій мірі в корівниках та кормоцехах, працівники підлягають впливу шкідливих факторів повітряного середовища – пилу і мікробній??? (грибковій) забрудненості. У приміщеннях ферм підвищення концентрації пилу на робочих місцях спостерігається при роздачі сухих концентрованих кормів та прибиранні приміщень, у кормоцехах – при обробці і навантаженні в кормороздавачі грубих і сипучих кормів. Склад пилу не однорідний і не постійний. У ньому можуть бути частинки ґрунту, рослин, мінеральних добрив, пестициди, усі складові частини комбікормів, у тому числі і різні добавки (мікроелементи, вітаміни, антибіотики, гормони та ін.). Якісний склад пилу обумовлює ступінь її алергентності і при відповідних умовах може стати причиною розвитку алергічних захворювань у тваринників.

Прибирання приміщень, а також догляд за тваринами можуть обумовити зараження працівників такими інфекційними захворюваннями, як бруцельоз, туберкульоз та ін.

Мікрофлору тваринницьких приміщень складають гнойові коки, стафілококи, палички кишкової групи, плісняві гриби та інші. Джерелами бактеріального та грибкового забруднення повітря є корми та гній. Число мікробів в приміщеннях молочних комплексів і ферм коливається від десятків до сотень тисяч в 1м³ повітря, що більше норми.

Велике значення для праці робітників молочних ферм має достатня освітленість робочих місць та поверхонь. Ряд робіт по догляду за тваринами та отриманню молока відноситься до робіт середньої точності. Необхідно розрізняти дрібні деталі – забруднення вимені, деталі молочної апаратури і ін. У відповідності з галузевими нормами штучне освітлення при прив'язному та безприв'язному утриманні корів повинно складати 30 лк., в пологовому

відділенні – 100лк. КПО повинен бути 0,5%. Під час доїння освітленість на вимені корови повинна складати 150 лк., а КПО – 0,7-0,9%.

4.2 Розробка організаційно-технічних заходів з охорони праці під час роздавання кормів.

Кормоприготувальні машини в цеху треба встановлювати так, щоб технологічні проходи відповідали нормам.

У кормоцехах, де розташовані коренемийки, мийки-подрібнювачі, влаштовують загальну і місцеву каналізацію, бетонують поли з похилом до відстійників, біля машин розмішують гумові килими або дерев'яні настили.

Приміщення, де встановлені кормодробарки, обладнують вентиляцією.

Робочі місця, розташовані від рівня підлоги на висоті понад 1 м, повинні мати бар'єри висотою не менше 1 м. Східці драбин і металеві площадки виконують із рифленої сталі.-

При обслуговуванні кормозапарників необхідно дотримувати таких вимог: чани щільно закривати кришками і обладнувати пристроєм для легкого їх відкривання; знімати кришку з чана, наповненого готовим продуктом, можна після того, як буде закритий паровий кран чана; чани значної місткості і висоти обладнувати драбинами, перилами і огорожею люків; перед навантаженням запареного продукту конденсат з чана слід зливати через стічний отвір.

Для механізації транспортування і роздавання кормів використовують мобільні й стаціонарні роздавачі.

Перед в'їздом у приміщення необхідно переконатися, що поблизу немає людей, і сигналом попередити про рух машини.

Під час роботи кормороздавачів у кормових проходах забороняється перебувати людям.

Щоб запобігти отруєнню людей і тварин випускними газами від працюючого трактора, треба швидко роздати корм, вивести трактор із приміщення і провентилувати останнє.

При застосуванні норій, стрічкових транспортерів необхідно стежити за тим, щоб люки, натяжні пристрої були закриті захисними ґратами, кожухами,

приводні станції транспортерів і норій огорожені, металеві частини – заземлені.

При експлуатації кормороздавачів, які рухаються по рейках у кормових проходах, необхідно також дотримувати правил техніки безпеки, стежити, щоб разом з кормом не потрапили металеві предмети, що можуть стати причиною аварії.

Корпуси електродвигунів і пускових апаратів, напрямні рейки надійно заземляють четвертою жилою кабелю-штори. Періодично перевіряють цілісність кабелю-штори, справність лотка для кабеля.

Електрострум подають у кабель-штору тільки на період роздавання кормів.

При пневмо-, гідророздачі кормів не можна допускати псування залишків корму в трубах.

При роздачі сипких кормів вимоги безпеки регламентуються ОСТ 463.113–81. (При завантаженні (розвантаженні) бункери, башти, силосні та інші місткості повинні бути закриті на замок.

Слід бути особливо обережними при очищенні каналів із щілинними підлогами. Засмічені канали мають очищати два працівника. У місцях над каналом, де решітки тимчасово зняли, слід установити огороження.

При експлуатації гноєзбирального обладнання і транспортерів біля пускових кнопок гноєзбирального обладнання вішають таблички з попереджувальними написами: «Стороннім особам включати установку (транспортер) забороняється!», «При роботі з машиною будь обережним» та інші.

Забороняється виконувати ремонтні й регулювальні роботи, а також змащувати поворотні зірочки в період роботи транспортера.

Після монтажу пневмоустановку необхідно зареєструвати в органах Державного нагляду за охороною праці.

Під час видалення гною трактор з бульдозером має рухатися по проході прямолінійно зі швидкістю не більше 4–5 км/год. У проходах не повинно бути людей і тварин.

4.3 Моделювання виробничих небезпек.

Для покращення умов праці, приведення у відповідність технічного стану робочих місць та нормалізації параметрів виробничого середовища складається план заходів. Він повинен бути комплексним, всебічним та реальним, а хід його виконання постійно підлягати контролю з боку посадових осіб підприємства. Розробка заходів ведеться за трьома напрямками: організаційним, технічним, санітарно-гігієнічним, для кожного з яких визначаються відповідальні за це особи та прогнозується очікувана соціальна ефективність від їх запровадження. За результатами виявлених у підрозділі недоліків складемо перелік заходів, спрямованих на їх усунення чи мінімізацію їх наслідків та впливу на працівників.

Якщо стався нещасний випадок, а також при раптовому захворюванні необхідно:

- усунути дію на організм потерпілого небезпечних та шкідливих факторів, які загрожують його здоров'ю і життю;
- надати потерпілому домедичну допомогу, а в разі потреби викликати швидку медичну допомогу.

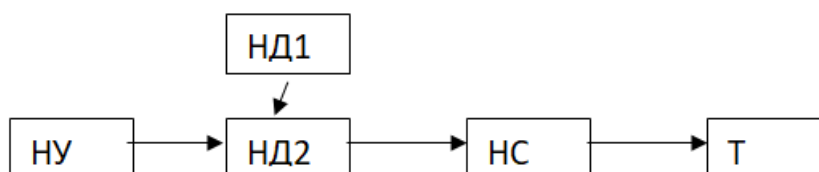


Рис. 4.1 Моделювання небезпечної ситуації під час роботи.

НУ – Гострі та рухливі механізми які мають підвищену безпеку.

НД 1 – Захисне обладнання встановлене неналежним чином;

НД 2 – Працівники близько знаходяться біля обертових деталей, що мають підвищену безпеку.

НС – Попадання частин одягу в механізми, що рухаються.

Т – Травма.

Висновки по розділу.

Для запобігання травмам, пов'язаним з роздавання кормів і транспортними операціями (травми механічного характеру), важливе значення має впровадження комплексної механізації та автоматизації.

Крім цього, керівники повинні знати, що робота з тваринами належать до робіт підвищеної небезпеки, виконання яких здійснюється роботодавцем на підставі відповідності матеріально-технічної бази вимогам законодавства з питань охорони праці. Видається у встановленому порядку Головним управлінням Держпраці та її територіальними органами.

РОЗДІЛ 5 Техніко-економічна оцінка запропонованих рішень.

Оцінка економічної ефективності запропонованої технологічної лінії з використанням кормових вагонів (технологія 2) щодо технології на базі використання мобільних кормоцехів (технологія 1) проводилася за прямими експлуатаційними витратами. Спочатку визначили обсяг капіталовкладень. При розрахунках за основу взято такі умови: у двох однакових корівниках містяться в рівній пропорції 680 тварин (Рис. 3.9), які споживають однаковий раціон у кількості 41 кг/добу та мають середню молочну продуктивність 25 кг/добу. За технології 1, кратність годівлі приймемо рівною 2, за технології 2 – рівної 6. Необхідне обладнання для реалізації кожної з технологій представлено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Витрати на технологічне обладнання

Вид обладнання	Вартість придбання * Кількість, тис. грн * Прим.	
	Технологія 1	Технологія 2
Трактор Білорусь 82.1	1 360 *	1 1 360 *
1 Мобільний кормоцех ІСРК-12Ф	2 445 *	1 2 445 *
1 Кормовий вагон V = 1,5 м ³	- / -	663 * 2
Бункер-наповнювач V = 15 м ³	- / -	744 * 4
Транспортер	- / -	70 * 4
Загальні витрати:	3 805	8 387

Додаткові витрати, що припадають на будівництво корівників та придбання обладнання з метою реалізації запропонованої технології 2, становитимуть: на питому вартість (у першому випадку загальна ширина корівника збільшиться за рахунок більшої ширини кормового проходу):

$$Бз.1 = 2 * (111,9 * (26,6 + 2,5)) \text{ м}^2 * 650 \text{ грн. / м}^2 = 423317 \text{ грн.}$$

$$Бз.2 = 2 * (111,9 * 26,6) \text{ м}^2 * 650 \text{ грн. / м}^2 = 386950 \text{ грн.}$$

Для визначення параметра по лінійному методу розрахунку амортизаційних відрахувань приймемо значення терміну корисного

використання корівників 25 років [21]. Тоді: $аз = (1/25) * 100\% = 4\%$. Відповідно до норматив відрахувань ат від балансової вартості на поточний ремонт та технічне обслуговування за рекомендаціями для колісних тракторів становить 15%, для інших с/г машин – 12%. Загальний час роботи мобільного кормоцеху при технології 1 і технології 2 визначимо за отриманими середніми значеннями тривалості одного робочого циклу мобільного кормоцеху об'ємом 12 м^3 наступним чином: При технології 1 за одне годування тваринам видається $41 \text{ кг/добу} * 680 \text{ гол} / 2 \text{ годування} = 13\,940 \text{ кг/добу}$. Для цього мобільному кормоцеху об'ємом 12 м^3 при щільності кормосуміші 245 кг/м^3 потрібно здійснити $13\,940 / (12 * 245) = 4,74 \approx 5$ циклів приготування та роздачі кормосуміші. Тоді для 2-кратної годівлі всього поголів'я потрібно зробити $5 * 2 = 10$ циклів. Загальний час роботи мобільного кормоцеху при роздачі кормосуміші тваринам на добу складе

$$Тк.мк.1 = 10 * 0,4 = 4 \text{ год.} = 27\,880 \text{ кг/добу.}$$

Для цього мобільному кормоцеху необхідно здійснити $27\,880 \text{ кг} / (12 \text{ м}^3 * 245 \text{ кг/м}^3) = 9,48 \approx 10$ робочих циклів. Загальний час роботи мобільного кормоцеху при завантаженні бункерів накопичувачів на добу складе

$$Тк.мк.2 = 10 * 0,38 \text{ год} = 3,8 \text{ год.}$$

Визначимо значення параметра Таблиця 5.2. У таблиці представлені значення потужностей електродвигунів приводу робочих органів кормового вагона та бункера-накопичувача.

Таблиця 5.2 – Потужності приводних електродвигунів.

Робочий орган	Потужність, кВт	
	Кормовий вагон	Бункер-накопичувач
Бітерний механізм	3,0	7,5
Ходовий двигун	2*0,18	-
Повздовжній транспортер	0,25	1,5
Поперечний транспортер	0,55	-
Всього	4,16	9

Час роботи одного кормового вагона об'ємом $1,5 \text{ м}^3$ при роздачі кормосуміші тваринним приймемо рівним 7,97 год при ймовірності знаходження кормового вагона в стані роздачі кормосуміші, що дорівнює 0,31. Таким чином, кормовий вагон перебуває у стані роздачі кормосуміші $7,97 \cdot 0,31 = 2,47$ год (при цьому задіяні усі робочі органи сумарною потужністю 4,16 кВт). Час роботи бункера-накопичувача об'ємом 15 м^3 і, відповідно, простою кормового вагона при його завантаженні визначається як відношення маси кормосуміші, що видається в добу, в одному корівнику на продуктивність бункера-накопичувача, тобто. рівним $13940 \text{ кг} / 145000 \text{ кг} / \text{год} = 0,01$ год (задіяні робочі органи сумарною потужністю 9 кВт). Решта $7,97 - (2,47 + 0,01) = 5,49$ год кормовий вагон перебуває у станах переїздів (задіяні лише ходові двигуни сумарною потужністю 0,36 кВт). Тоді витрати на електроенергію, щодня витрачається кормовими вагонами і бункерами-накопичувачами, визначаються за формулою: грн. / Рік, (5.8)) грн. / Рік, де Цел - вартість електроенергії, грн. / кВт * год; $n_{\text{кор}}$ – кількість корівників, прим; T_r , T_z , T_p – тривалість знаходження кормового вагона у станах відповідно роздачі, завантаження та переїздів, год; $147 N_r$, N_z , N_p – сумарна потужність, споживана робочими органами в станах відповідно роздачі, завантаження та переїздів, кВт;

Ефект від нормованого розподілу кормосумішей вздовж кормового столу в автоматичному режимі з поєднанням операції підрівнювання кормів розглядався за методикою з метою оцінки ефективності використання роботів-підрівнювачів кормів на молочних фермах [9]. У зв'язку з постійною наявністю кормосумішей та високою кратністю годування підвищується рівень активності тварин і, відповідно, рівень споживання кормосумішей у середньому на 3,5 %. Це призводить до зростання продуктивності на 0,5%. Крім того, позитивний вплив на здоров'я тварин і, відповідно, на їх продуктивність надає зниження рівня виробничого шуму та відсутність викидів вихлопних газів, а також протягів у зимовий період.

За даними [9], загалом втрати кормосумішей становлять 6...12 %. Однак при регулярному підрівнюванні кормів ці втрати знижуються в середньому на 75%. Додатковий ефект досягається завдяки відсутності перевитрати кормосуміші за рахунок використання у конструкції кормового вагона запропонованої системи автоматичної зміни норми видачі.

Економічний ефект з допомогою зниження втрат кормосумішей визначається за такою формулою: ,

$$\mathcal{E}_{\text{корм.}} = n_{\text{корм.}} \cdot N_{\text{гол}} \cdot m_{\text{с}} \cdot \Delta l_{\text{корм.}} \cdot c_{\text{корм.}}$$

де $n_{\text{корм.}}$ – період годування, добу/рік; $N_{\text{гол}}$ – поголів'я тварин, гол; $m_{\text{с}}$ – добове споживання кормосуміші тваринами, ц/(гол*доб); $\Delta l_{\text{корм.}}$ - Частка зниження втрат кормосумішей; з корм.

$$\mathcal{E} = 43\,317 + 216\,753 + 555\,900 = 815\,970$$

Питома вартість кормосуміші, грн./ц. 149 Підставляючи у формулу значення, обчислені за формулами, отримаємо термін окупності розробки, років:

$$T = \frac{945\,250}{815\,970} = 1,16$$

Висновки по 5 розділу Таким чином, отримані дані свідчать про ефективність запропонованої технологічної лінії порівняно з технологією годівлі на базі мобільних кормоцехів. Додатковими позитивними результатами є: покращення мікроклімату у тваринницьких приміщеннях та умов утримання тварин; вивільнення трудових ресурсів; підвищення рівня автоматизації і, відповідно, точності та якості виконуваних процесів, а також гнучкості в плануванні робіт.

Висновки.

У роботі вирішено актуальне науково-технічне завдання - обґрунтований склад технологічної лінії приготування і роздачі кормосумішей на фермах великої рогатої худоби з використанням мобільних кормоцехів і кормових вагонів. На підставі результатів теоретичних і експериментальних досліджень були сформульовані наступні загальні висновки:

1. Проведений аналіз тенденцій в області механізації і автоматизації приготування і роздачі кормосумішей на фермах врх показав, щодо застосування автоматичних систем годівлі, що дозволяє підвищити кратність годівлі тварин, та призводить до підвищення їх продуктивності.

При цьому для приготування кормосумішей залишається доцільним використання мобільних кормоцехів.

2. Розроблена математична модель обґрунтування складу технологічної лінії приготування і роздачі кормосумішей на фермах врх з використанням мобільних кормоцехів і кормових вагонів, що дозволяє вирішувати задачу з визначенням часу годівлі тварин мобільними кормоцехами при будь-якій кількості компонентів в кормосуміші і кормовими вагонами при обслуговуванні технологічних груп тварин, враховуючи імовірнісний характер складових балансу часу їх роботи.

3. Технологічна лінія приготування і роздачі кормосумішей на фермах врх повинна включати мобільний кормоцех, що забезпечує приготування кормосумішей, бункери-накопичувачі готових раціонів з ваговою системою і вивантажними конвеєрами, кормовий вагон, що забезпечує роздачу кормосумішей технологічним групам тварин.

4. Розроблена система автоматичної зміни норми видачі кормосуміші кормовим вагоном залежно від наявності її залишків на кормовому столі. Вона повинна включати підгортач, закріплений на розсувній штанзі, розсувний поворотний копір, частотний перетворювач в системі управління приводом подовжнього транспортера і розрівнювач. Межа регулювання довжини копіра повинна складати від 750 до 1300 мм при його максимальному відхиленні в

межах від 30 до 45° від вертикального положення, а його виліт (відстань від поперечного транспортера) - 385 мм при висоті формованого шару кормосуміші на кормовому столі 200 мм.

5. Встановлено, що при збільшенні поголів'я обслуговуваних тварин від 200 до 1000 голів продуктивність мобільного кормоцеха підвищується на 13–16% при цьому її найбільше зростання досягається при збільшенні поголів'я від 200 до 400 голів. Використання мобільних кормоцехів вантажопідйомністю понад 10 000 кг не дає відчутного технологічного чи економічного ефекту.

6. Встановлено, що при збільшенні кратності годівлі від 2 до 10 разів на добу продуктивність більше містких кормових вагонів знижується помітніше: при об'ємі 1,5 м³ продуктивність знижується на 3,3 при об'ємі 4,5 м³.

- Для кожного корівника доцільно використовувати окремий кормовий вагон. Для обслуговування тварин в корівниках, що вміщують до 340 голів, досить кормового вагону об'ємом 1,5 м³ за умов: кратності годівлі 4 рази на добу і більше; час однієї годівлі усього поголів'я не більше 2 години; наявність єдиного кормового проходу завдовжки 100 мм ± 10.

7. Економічний ефект від впровадження пропонованої технологічної лінії порівняно з технологічною лінією на базі мобільних кормоцехів з розрахунку на 100 голів складає 119 996 грн/рік в цінах 2022 р., а термін окупності - 1,16 року.

Використана література

- 1 Automatic Feeding Systems for Cattle – Technology, Performance, Notes on Planning. First edition. DLG e.V. (eds.), DLG Expert Knowledge Series 398, Frankfurt am Main. 2014. P. 20.
- 2 Bava, L.; Tamburini, A.; Penati, C.; Riva, E.; Mattachani, G.; Provolo, G.; Sandrucci, A. Effects of feeding frequency and environmental conditions on dry matter intake, milk yield and behaviour of dairy cows milked in conventional or automatic milking systems. Italian Journal of Animal Science. 2012. N 3(11). Article e42. DOI: 10.4081/ijas.2012.e42.
- 3 Belle, Z.; André, G.; Pompe, J. Effect of automatic feeding of total mixed rations on the diurnal visiting pattern of dairy cows to an automatic milking system. Biosystems Engineering. 2012. N 1(111). Pp. 33-39. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2011.10.005.
- 4 Bewley J. Precision dairy farming: advanced analysis solutions for future profitability. 1st North American Conf. on Precision Dairy management, Toronto, Canada. 2010.
- 5 Bisaglia C., Belle Z., Van den Berg G., Pompe J. Automatic vs. Conventional Feeding Systems in Robotic Milking Dairy Farms: a Survey in the Netherlands. Proc. International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng, Valencia. 2012. Pp. 100-104.
- 6 Bisaglia C., Nydegger F., Grothmann A., Pompe J.C.A.M. Automatic and frequency-programmable systems for feeding TMR: state of the art and available technologies. XVII World Congress of the CIGR, Quebec, Canada. 2010.
- 7 Bisaglia C., Pirlo G., Capelletti M. A simulated comparison between investment and labour requirements for a conventional mixer feeder wagon and an automated total mixed ration system. AgEng2008 – International Conference on Agricultural Engineering & Industry Exhibition, Hersonissos, Crete. 2008.
8. Crossley R.E., Harlander-Matauschek A., DeVries T.J. Mitigation of variability between competitively fed dairy cows through increased feed delivery

frequency. *Journal of Dairy Science*. 2018. N 1(101). Pp. 518-529. DOI: 10.3168/jds.2017-12930.

9. Da Borso F., Chiumenti A., Sigura M., Pezzuolo A. Influence of Automatic Feeding Systems on Design and Management of Dairy Farms. *Journal of Agricultural Engineering*. 2017. N 1s(48). Pp. 48-52. DOI: 10.4081/jae.2017.642.

10. De Coning C.J.A.M. Automatic milking –Common practice on dairy farms. *Proc. of the 1st North American Conf. on Precision Dairy management*, Toronto, Canada. 2010.

11. DeLaval Optimat Animation 2016 [Электронный ресурс]–Режим доступа:<https://www.youtube.com/watch?v=itKnWAY5FwA>.

12. DeVries T., von Keyserlingk M., Beauchemin K. Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2005. N 10(88). Pp. 3553- 3562. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73040-X.

13. Dohme F., DeVries T.J., Beauchemin K.A. Repeated Ruminal Acidosis Challenges in Lactating Dairy Cows at High and Low Risk for Developing Acidosis: Ruminal pH. *Journal of dairy science*. 2008. N 9(91). Pp. 3554-3567. DOI: 10.3168/jds.2008-1264.

14. Grothmann A., Moser L., Nydegger F., Steiner A., Zähler M. Influence of Different Feeding Frequencies on the Rumination and Lying Behaviour of Dairy Cows. *Proceedings International Conference of Agricultural Engineering*, Zurich. 2014. Pp. 1-6.

15. Grothmann A., Nydegger F., Häußermann A., Hartung E. Automatic Feeding System (AFS) –Potential for Optimisation in Dairy Farming. *Landtechnik*. 2010. N 2(65). Pp. 129-131.

16. Hart K.D., McBride B.W., Duffield T.F., DeVries T.J. Effect of frequency of feed delivery on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2014. N 3(97). Pp. 1713–1724. DOI: 10.3168/jds.2013-7504.

17. Kupreenko A.I., Isaev Kh.M., Grin' A.M., Mikhailichenko S.M., Kolomeichenko A.V., Kuznetsov Y.A., Kalashnikova L.V. Automated Distribution

System of Feed Mixture by Using Feeding Carriage. INMATEH - Agricultural Engineering. 2019. Vol. 58. N 2. Pp. 239-246.

18. Maier S., Ostertag J., Haidn B. Forage Quality and Hygiene in Automatic Feeding Systems for Dairy Cows. Landtechnik. 2013. N 6(68). Pp. 406–410.

19. Mäntysaari P., Khalili H., Sariola J. Effect of feeding frequency of a total mixed ration on the performance of high-yielding dairy cows. Journal of Dairy Science. 2006. N 11(89). Pp. 4312-4320. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72478-X.

20. Mattachini G., Pompe J., Finzi A., Tullo E., Riva E., Provolo G. Effects of Feeding Frequency on the Lying Behavior of Dairy Cows in a Loose Housing with Automatic Feeding and Milking System. Animals. 2019. N 9. Article 121. DOI:10.3390/ani9040121.

21. Mattachini G., Riva E., Pompe J.C.A.M., Provolo G. Automatic monitoring of cow behaviour to assess the effects of variations in feeding delivery frequency. In: Proc. Precision Livestock Farming, Milan, Italy. 2015. Pp. 40-47.

22. Nikkhah A., Furedi C.J., Kennedy A.D., Crow G.H., Plaizier J.C. Effects of Feed Delivery Time on Feed Intake, Milk Production, and Blood Metabolites of Dairy Cows. Journal of Dairy Science. 2018. N 11(91). Pp. 4249-4260. DOI: 10.3168/jds.2008-1075.

23. Niu M., Ying Y., Bartell P.A., Harvatine K.J. The effects of feeding time on milk production, total-tract digestibility, and daily rhythms of feeding behavior and plasma metabolites and hormones in dairy cows. Journal of Dairy Science. 2014. N 12(97). Pp. 7764-7776. DOI: 10.3168/jds.2014-8261.

24. Oberschätzl-kopp R., Haidn B., Peis R., Reiter K., Bernhardt H. Effects of an Automatic Feeding System with Dynamic Feed Delivery Times on the Behaviour of Dairy Cows. Proc. of CIGR-AgEng Conference, Aarhus, Denmark. 2016. Pp. 1-8.

25. Oberschätzl-Kopp R., Haidn B., Peis R., Reiter K., Bernhardt H. Studies on dairy cow behaviour with automatic feeding in a herd milked by an AMS. Landtechnik. 2016. N 2(71). Pp. 55-65. DOI: 10.15150/lt.2016.3122.

26. Oberschätzl R., Haidn B., Neiber J., Neser S. Automatic Feeding Systems for

Cattle –A Study of the Energy Consumption of the Techniques. Proc. of XXXVI CIOSTA CIGR V Conference, Saint Petersburg. 2015. Pp. 1-9.

27. Oostra H.H., Stefanowska J., Sällvik K. The effects of feeding frequency on waiting time, milking frequency, cubicle and feeding fence utilization for cows in an automatic milking systems. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. 2005. N 4(55). Pp. 158-165. DOI: 10.1080/09064700500488985.

28. Pat. 2013/157928 WO. Feed system and method for the feeding of animals / Wisse D-J., Van Kuilenburg J.M., Van Den Berg K., Kik P.J. – № PCT/NL2013/050175; заявл. 20.04.2012; опубли. 24.10.2013.

29. Pat. 2016/0174520 US An apparatus for separating feed for livestock / Losser C.H.L. – № PCT/NL2014/050528; заявл. 30.07.2014, опубли. 23.06.2016.

30. Pezzuolo A., Chiumenti A., Sartori L., Da Borso F. Automatic Feeding Systems: Evaluation of Energy Consumption and Labour Requirement in North-East Italy Dairy Farm. *Engineering for Rural Development*. 2016. N 15. Pp. 882-887.

31. Riva E., Mattachini G., Bava L., Sandrucci A., Tamburini A., Provolo G. Influence of feed delivery frequency on behavioural activity of dairy cows in freestall barns. *Journal of Agricultural Engineering*. 2023. N 2s(44). Pp. 197-202. DOI: 10.4081/jae.2013.281.

32. Tangorra F.M., & Calcante A. Energy Consumption and Technical-Economic Analysis of an Automatic Feeding System for Dairy Farms: Results from a Field Test. *Journal of Agricultural Engineering*. 2018. N 4(49). Pp. 228-232. DOI: 10.4081/jae.2018.869.

33. Wagner-Storch A.M., Palmer R.W. Feeding behavior, milking behavior and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*. 2003. N 4(86). Pp. 1494-1502. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73735-7.

34. Офіційний сайт EDER GmbH [Електронний ресурс]–Режим доступу:<https://www.eder-feedstar.de/en/index.html>.

35. Офіційний сайт Rovibec [Електронний ресурс] – Режим до-

ступа:<https://rovibecagrisolutions.com/en/cat-produit/feeding-robots>.

36. Офіційний сайт SCHAUER Agrotronic GmbH [Електронний ресурс]–Режимдоступу:<https://en.schauer-agrotronic.com/cattle/cattle-feeding/>.

37. Офіційний сайт Cormall [Електронний ресурс]–Режимдоступу:<http://www.cormall.dk/index.php/en/products>.

38. Офіційний сайт Dawoon Co., Ltd. [Електронний ресурс]–Режимдоступу: https://dawoon.en.ec21.com/TMR-Robot-Feeder--10681189_10681259.html.

39. Офіційний сайт Hetwin [Електронний ресурс]–Режимдоступу:<https://www.hetwin.at/en/aramis-ii-feed-robot.html>.

40. Офіційний сайт Schuitemaker [Електронний ресурс]–Режим<https://www.sr-schuitemaker.com/products/feeding/automated-feeding->

41. Офіційний сайт Wasserbauer [Електронний ресурс]–Режимдоступу:<https://www.wasserbauer.at/en/all-products.html>.

42. Служба охорони праці. Режим доступу. <https://pro-op.com.ua/article/1086-nstruktsya-z-ohoroni-prats-v-tvarinnitstv>