

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра будівництва та професійної освіти

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

« магістр »

бакалавр, магістр

на тему: « Дослідження режимів і параметрів роботи універсального
подрібнювача стеблових кормів »

КРМ.133ГМд_22.22.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти за освітньо-
професійною програмою

Машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
назва ОПП

спеціальності 133 Галузеве
машинобудування

код та найменування спеціальності

ступеня вищої освіти «магістр»
групи 133ГМд_22

Мартус В.О.

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник: Брикун О.М.
Прізвище та ініціали керівника

Полтава – 2023 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 66 с., 23 рис., 8 табл., 50 літературних джерел.

Об'єктом розробки вибрано технологічні процеси подрібнення соломи, сіна, а також інших грубих кормів у рулонах а також тюках для ферм великої рогатої худоби молотковим подрібнювачем із вертикальним бункером.

Предметом дослідження є встановлення закономірностей протікання процесів подрібнення стеблових кормів модернізованим подрібнювачем із вертикальним бункером та молотковим ротором.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є обґрунтування основних параметрів роботи модернізованого подрібнювача соломи, сіна, а також інших стеблових кормів у рулонах для ферм великої рогатої худоби.

Практичне значення кваліфікаційної роботи магістра – підвищення продуктивності і якості подрібнення стеблових кормів у тюках, рулонах та у розсипному стані за рахунок модернізації конструктивно-технологічної схеми універсального подрібнювача стеблових кормів.

У **першому розділі** розглянуто застосовувані та перспективні технологічні схеми годівлі ВРХ, проведено аналіз існуючих технологій та технічних засобів для подрібнення, роздачі стеблових кормів.

У **другому розділі** обґрунтовано конструктивно-технологічні схему універсального подрібнювача грубих кормів.

У **третьому розділі** представлена загальна методика проведення експериментів, описаний експериментальний зразок подрібнювача, прилади та вимірювальна апаратура, що використовуються при дослідженнях, викладені методики досліджень та обробки експериментальних даних.

У **четвертому розділі** викладено результати експериментальних досліджень та перевірки відповідності теоретичних залежностей отриманим даним.

У **п'ятому розділі** розглянуті питання екологічної безпеки та запропоновані заходи з охорони праці, зроблений аналіз техніко-економічного обґрунтування застосування подрібнювача стеблових кормів.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практичні результати роботи – запропоновано нову конструкцію подрібнювача, що забезпечує високі показники якості подрібнення, низьку енергоємність процесу, що досягаються за рахунок обґрунтованого вибору раціональних, режимних та конструктивних параметрів.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – застосування універсального подрібнювача стеблових кормів на молочно-товарній фермі дозволяє отримати річного економічного ефекту 347,5 тис. грн при терміні окупності 3 роки.

Сфера застосування результатів роботи – агропромислове і машинобудівне виробництво.

Ілюстраційна частина кваліфікаційної роботи – 8 аркушів.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою сервісу Unicheck: унікальність тексту – 95%.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра присвячена питанням підвищення ефективності процесу подрібнення стеблових кормів модернізованим подрібнювачем із вертикальним бункером та молотковим ротором.

ГРУБИ КОРМА, ПОДРІБНЕННЯ КОРМІВ, ПОДРІБНЮВАЧ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, БУНКЕР, ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА, ОХОРОНА ПРАЦІ.

ANNOTATION

The master's qualification work is devoted to the issue of increasing the efficiency of the process of grinding stalk fodder with a modernized grinder with a vertical hopper and a hammer rotor.

ROUGH FEED, FEED CRUSHING, CRUSHER, PRODUCTIVITY, BUNKER, ENVIRONMENTAL EXPERTISE, LABOR PROTECTION.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

1	АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	8
1.1	Огляд технологічних схем кормоприготування для ферм ВРХ.....	8
1.2	Зоотехнічні вимоги до подрібнення кормів і підстилки	12
1.3	Класифікація та аналіз конструкцій подрібнювачів кормів	15
1.4	Огляд конструкцій бункерних подрібнювачів стеблових кормів	22
2	ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ.....	27
2.1	Розробка функціональної та конструктивної схем	27
2.2	Обґрунтування параметрів модернізованого подрібнювача стеблових кормів	29
3	МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	33
3.1	Пристрій та основне обладнання для проведення експериментальних досліджень	33
3.2	Методика проведення експериментальних досліджень для визначення основних характеристик матеріалу	36
3.3	Методика визначення залежності продуктивності подрібнювача від частоти обертання бункера	37
3.4	Методика визначення залежності продуктивності від висоти корму в бункері.....	38
4	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	39
4.1	Визначення продуктивності від частоти обертання бункера і висоти шару матеріалу в бункері	39
4.2	Визначення потужності, потрібної на привід ротора та питомої енергоємності від частоти обертання бункера-живильника.....	41
5	РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	45
5.1	Екологічна експертиза	45
5.2	Охорона праці	47
5.3	Техніко-економічне обґрунтування застосування подрібнювача стеблових кормів	50
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	52
	СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	53

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність теми. Для досягнення високих надоїв молока та збільшення приросту ваги, велика рогата худоба повинна бути забезпечена високоякісними кормами в достатній кількості. При цьому близько 80% поживної цінності раціону тварин припадає на зелені та грубі корми. Заготовка та зберігання кормів традиційними методами супроводжуються великими втратами поживних речовин, особливо протеїну та каротину, вимагають великих витрат праці, у тому числі ручного, що призводить до збільшення термінів проведення робіт та зниження якості кормів. Проблема збільшення продуктивності праці в кормовиробництві, і тваринництві загалом, може бути вирішена лише шляхом широкого застосування сучасних технологій та нових високопродуктивних машин та обладнання, призначених для їх запровадження. Однією з найбільш широко застосовуваних на сьогоднішній день технологій є технологія заготовки пресованих кормів у вигляді рулонів і тюків. При всіх перевагах, властивих даній технології, є один недолік - складність і трудомісткість процесу роздачі кормів у рулонах і пакунках на тваринницьких фермах, викликаній нестачею технічних засобів.

Подрібнювачі-роздавачі, що випускаються в даний час машинобудівною промисловістю, працездатні тільки на рулонованих кормах. Тому є необхідність у створенні універсальних подрібнювачів грубих кормів та підстилки у тюках, рулонах будь-яких розмірів та у розсипному стані.

Метою дослідження є обґрунтування основних параметрів роботи модернізованого подрібнювача грубих кормів у рулонах для ферм великої рогатої худоби.

Для досягнення поставленої нами мети необхідно вирішити наступні завдання:

- вдосконалити конструктивно-технологічну схему подрібнювача стеблових кормів, для покращення універсальності, збільшення продуктивності та поліпшення якості подрібнення грубих матеріалів;

- розробити теоретичні залежності та провести експериментальні дослідження взаємодії робочих органів модернізованого подрібнювача із

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стебловими матеріалами;

- розробити методику інженерного розрахунку основних параметрів роботи подрібнювача із ротором молоткового типу і з вертикальним бункером, обладнаного пружинними захватами.

Об'єктом дослідження є технологічні процеси подрібнення та дозованої видачі стеблових кормів удосконаленим подрібнювачем з вертикальним бункером та молотковим ротором.

Предметом дослідження є закономірності процесів подрібнення та видачі стеблових кормів удосконаленим подрібнювачем із вертикальним бункером та молотковим ротором.

Методи досліджень. Функціональний аналіз, статистичне моделювання, комп'ютерні та натурні експерименти.

Наукова новизна. Отриманий аналітичний вираз, за допомогою якого встановлено закономірності між частотою обертання ротора, геометричними розмірами та масою молотків, силою відділення матеріалу від масиву, вильотом молотків у робочу зону із урахуванням відхилення їх від радіального положення та встановлено оптимальні значення зазначених параметрів та режимів молоткового апарату розробленого подрібнювача.

Теоретична та практична значущість роботи полягає у розробці методики інженерного розрахунку універсальних стаціонарних подрібнювачів-роздавачів стеблових кормів та підстилки у тюках, рулонах будь-яких розмірів та у розсипному стані.

					КРМ.133ГМд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Огляд технологічних схем кормоприготування для ферм ВРХ

Основою ефективного розвитку галузі тваринництва є повноцінна годівля тварин, яка забезпечується виробництвом достатньої кількості кормів, зниженням втрат їхньої поживності під час заготівлі, зберігання, а також правильною підготовкою кормів до згодовування. Вибір технології кормоприготування зумовлюється наявними кормовими компонентами та їх якістю, видом та віком тварин, прийнятим (заданим) типом годівлі. Технологія кормоприготування в широкому розумінні цього визначення – це структура і послідовність способів та заходів обробки кормової сировини, мета яких – одержати готові до згодовування корми (рис. 1.1) [1].

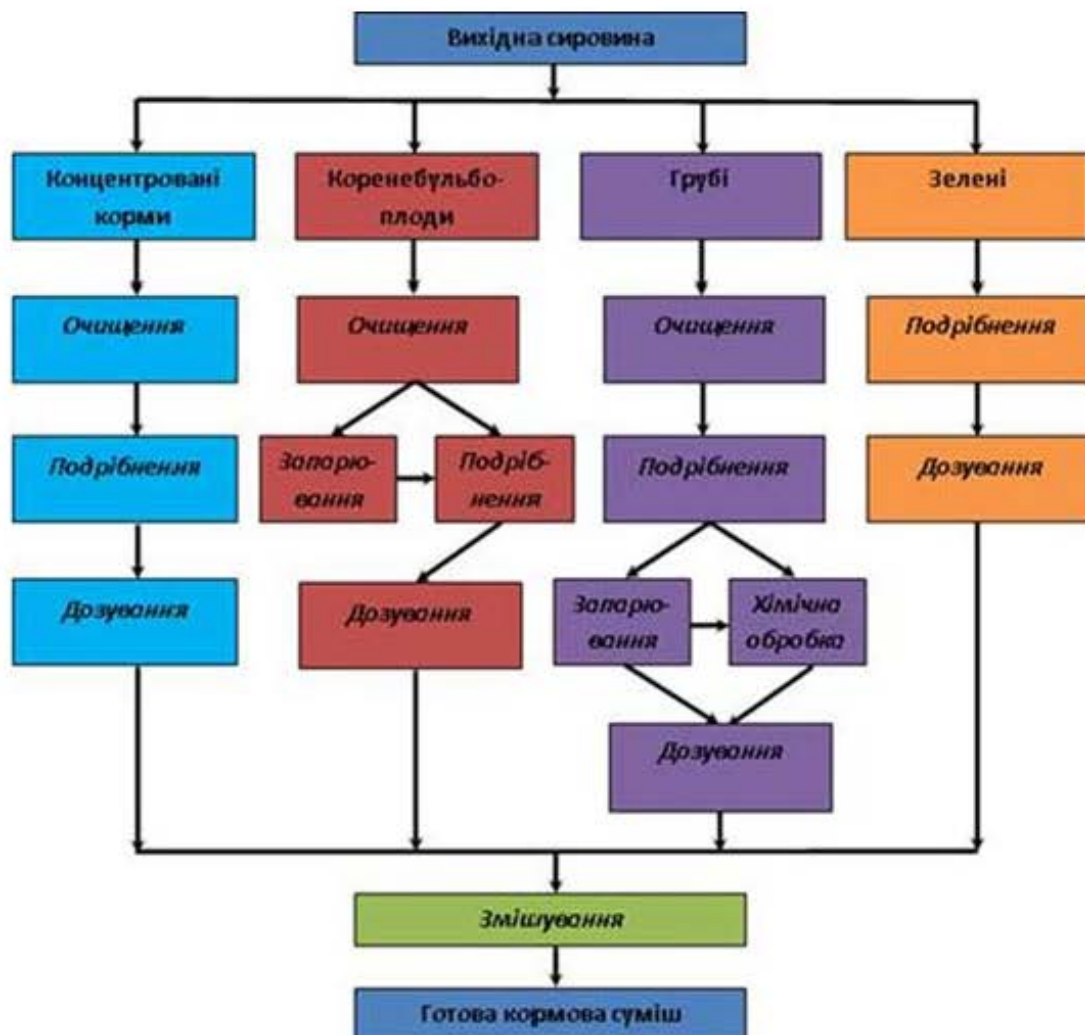


Рисунок 1.1 – Найпоширеніші технологічні схеми підготовки до згодовування кормових компонентів і приготування сумішок

					KPM.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арх.
Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стосовно конкретних видів кормів багаторічним досвідом визначені раціональні технологічні заходи. Деякі з них є обов'язковими для більшості видів кормової сировини. Це – очищення та подрібнення. Крім того, для реалізації найбільш ефективних технологій годівлі тварин (кормовими сумішками) доцільними є також операції дозування та змішування, а в окремих випадках також теплова і хімічна обробка та деякі інші.

До теперішнього часу вітчизняної та зарубіжної наукою і практикою розроблені ряд прогресивних технологій кормоприготування [1].

На рисунках 1.2-1.5 наведені технологічні схеми кормоприготування з використанням відповідно мобільних подрібнювачів-змішувачів-роздавачів кормів, стаціонарних подрібнювачів-змішувачів кормів і з почерговим згодовуванням кормових компонентів. У всіх вищеприведених схемах використовується мінімальна кількість машин: універсальний навантажувач всіх видів кормів, універсальний подрібнювач грубих кормів і підстилки в тюках, рулонах і в розсипному стані, мобільні подрібнювачі-змішувачі-роздавачі кормів, стаціонарні подрібнювачі-змішувачі кормів і серійні кормороздавачі КТУ-10. На фермах розміром до 400 голів в перших 2-х схемах можна обійтися без подрібнювачів грубих кормів, так як решта машин можуть самі подрібнювати невеликий об'єм грубих кормів.

На фермах розміром більше 600 голів в технологічний процес включається спеціалізований подрібнювач грубих кормів, за допомогою якого завчасно роблять запас подрібнених кормів. В результаті виключення часу подрібнення грубих кормів в циклі роботи змішувача-роздавача продуктивність його може зрости до двох разів. Така ситуація має місце і при використанні стаціонарних змішувачів (рис. 1.3).

В широко розповсюджених технологічних лініях з почергової роздачею, багато компонентів (неподрібнене сіно, коренеплоди, концкормів та ін.) розподіляються по годівницях вручну, що призводить до великих трудовитрат. В удосконаленій технологічній лінії (рис. 1.4) стеблові корми подрібнюються, тому вони також роздаються кормороздавачами КТУ-10. Концкорми змішуються з

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рідкими добавками і розкидаються роздавачами-змішувачами з бункером місткістю 3м³ як і в КУТ-3,0А.

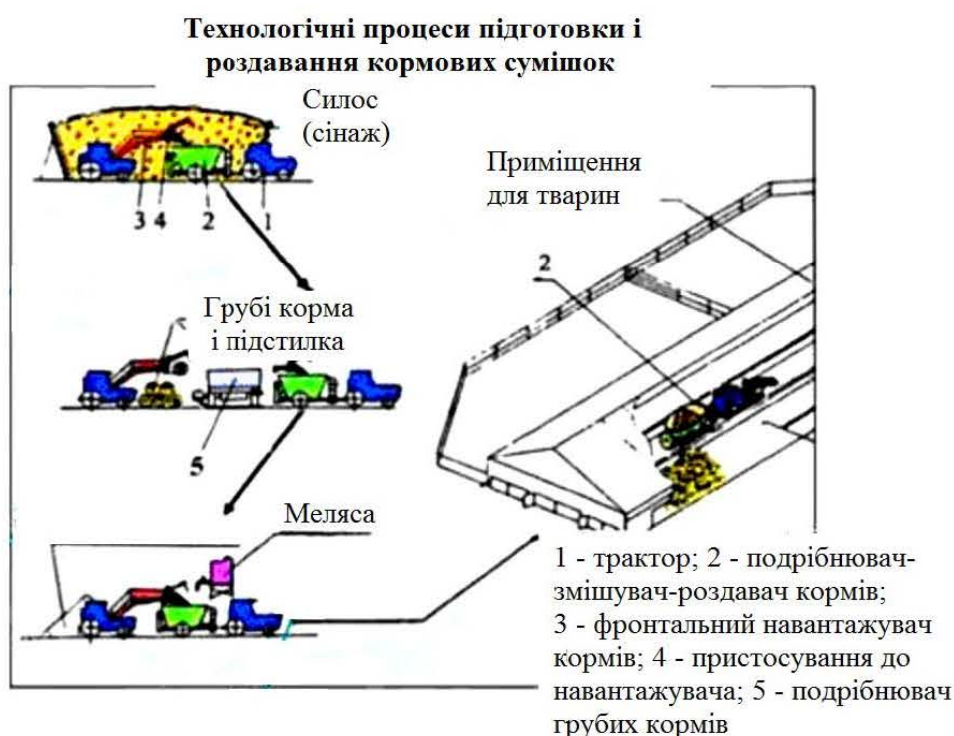
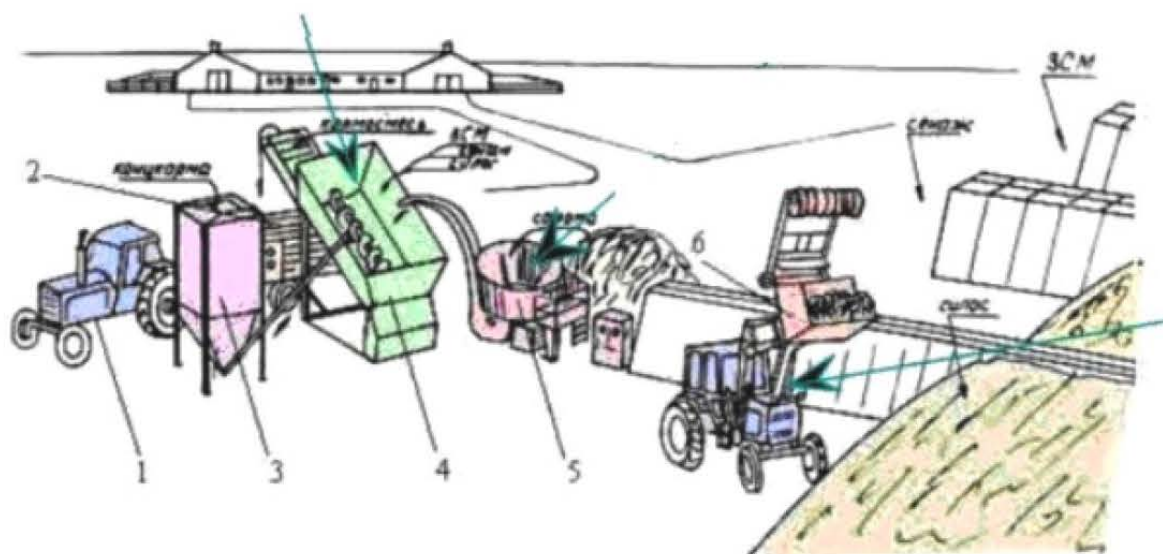


Рисунок 1.2 – Технологія і обладнання кормових ліній з використанням мобільних подрібнювачів-змішувачів-роздавачів кормів



1 – трактор; 2 – кормороздавач; 3 – бункер для концкормів із завантажувальним транспортером; 4 – стаціонарний подрібнювач-змішувач кормів; 5 – подрібнювач універсальний

Рисунок 1.3 – Система машин для годівлі ВРХ з використанням стаціонарних подрібнювачів-змішувачів кормів

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 1.4 – Вдосконалена технологічна лінія з почерговим роздаванням кормових компонентів

Було встановлено, що найбільш надійною і ефективною є технологія цілорічної однотипної годівлі тварин повнораціонними кормосумішами з консервованих кормів [2]. У цьому випадку, як правило, застосовують високоенергетичні раціони, що забезпечують продуктивність тварин, найбільш близьку до генетичного рівня. Системи кормовиробництва з орієнтацією на високопродуктивні кормові культури, такі як кукурудза, кормові коренеплоди, соя, виправдані в добре оснащених, економічно міцних господарствах, так як їх відрізняє висока енергоресурсовитратність і вимогливість до вологозабезпечення.

Однак у багатьох районах півдня країни таких умов немає. У них переважають трав'яна і зернотрав'яна системи кормовиробництва, які мають відносно невисоку концентрацію енергії. У зв'язку з цим для підвищення енергонасиченості необхідно вводити в них концентровані корми. Вийти на продуктивність 7,0 тисяч кг молока на корову в рік і середньодобові прирости молодняку ВРХ до 900 г можна при використанні додатково зернофуражних кормів.

Однією з перспективних технологій є технологія з годівлім тварин сінажу з бобових трав, заготовленим в рулонах з плівковим покриттям. Ця технологія є найбільш стійкою до погодних умов і дозволяє відродити тваринництво в економічно слабких господарствах, так як не вимагає великих капітальних вкладень в будівництво дорогих сховищ. Заготовлений за такою технологією корм може зберігатися без великих втрат поживних речовин 2-3 роки. Комплекс машин для заготівлі такого сінажу освоєний в багатьох провідних господарствах Полтавщини, наприклад Фермерське господарство "Еко-Маяк" (м. Котельва). В Україні фірмою ВАТ «Ірпіньмаш» освоєний випуск пресів для заготівлі сіна в рулонах і тюках, починається випуск роздавачів рулонірованих кормів.

Тому заслуговує на увагу технологічна схема виробництва, орієнтована на

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищення енергетичної та протеїнової поживності раціонів при сінажно-концентратному типу годівлі тварин (рис. 1.5).

1 – трактор МТЗ-80/82; 2 – фронтальний навантажувач ПКУ-0,8; 3 – подрібнювач-роздавальник пресованих грубих кормів ИБК-6; 4 – змішувач-роздавач концкормів, рідких (меляса) і балансуєчих добавок; 5 – бункер концкормів із дозуючим шнеком

Рисунок 1.5 – Технологічна схема кормоприготування на фермах ВРХ з малокомпонентних сінажно-концентратним типом годівлі тварин

У ній сінаж в рулонах в плівковому упакованні подрібнюється і роздається по годівницях спроектованим СКНІМ удосконаленим подрібнювачем ПБК-6 або подрібнювачем рулонів ПРК-145, що агрегатуються з тракторами класу 1,4. Завантаження рулонів в подрібнювач здійснюється фронтальним навантажувачем, навішеним на той же трактор. Під час навантаження трактор з навантажувачем відчіплюється від подрібнювача.

1.2 Зоотехнічні вимоги до подрібнення кормів і підстилки

Продуктивність тварин знаходиться в повній залежності від успішного проведення повноцінної годівлі, тобто від здатності забезпечити тварин кормами з урахуванням їх продуктивності та віку. Якість корму грає вирішальну роль не тільки як основне джерело продуктивності тварин, а й значною мірою характеризує ефективність виробництва галузі.

У практиці вітчизняного тваринництва прийнято проводити оцінку поживності кормів за хімічним складом і органоліптичними ознаками. Крім усього іншого, про якість корму може говорити не тільки насиченість поживних речовин і концентрація енергії, але і ознаки визначаючі їх поїдання.

Необхідність в попередній підготовці грубих кормів доведено рядом, як вітчизняних [3-5], так і зарубіжних вчених [6-8]. Ними було встановлено, що в результаті попередньої підготовки грубих кормів, поїдання тваринами збільшується до 20 ... 60%, що благотворно позначається на ефективності

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використання поживних речовин, скорочення витрат енергії і часу на прийом і пережовування кормів. У разі подачі корму в непідготовленому вигляді, втрати їх досягають 20 ... 30% [9].

На основі приведеного, основним завданням кормоприготувальної галузі є зменшення кормових втрат за рахунок збільшення поїдання, перетравлюваності і засвоюваності корму тваринами. Основним і найбільш доступним способом до згодовування є їх подрібнення. Подрібнення дозволяє надати кормів фізичні форми, які дозволяють повністю механізувати процес змішування їх з іншими компонентами і рівномірну роздачу кормосуміші тваринам.

До теперішнього часу до числа зоотехнічних вимог, що пред'являються до кормовиготовлення, можна віднести: ступінь подрібнення і забрудненість кормів, а також наявність в них шкідливих домішок. Дотримання цих вимог позначається на умовах протікання хімічних і біологічних процесів всередині травного тракту тварин [10-14], що сприяє кращій засвоюваності корму.

Для забезпечення продуктивного зростання і розвитку сільськогосподарських тварин, а також нормального функціонування всіх систем їх організму необхідно використовувати певний об'єм поживних речовин і енергії, джерелами яких є високоякісні корми.

Значення грубих кормів в харчуванні різних сільськогосподарських тварин неоднаково. Стеблові корми найбільш повно використовуються жуйними тваринами. Це обумовлено особливостями будови їх травних органів. Корми такого виду містять велику кількість важко перетравлюваної клітковини (до 40%), внаслідок чого без попередньої підготовки погано з'їдаються тваринами. Для підвищення поїдання кормів, їх піддають механічній обробці, що дозволяє підвищити не тільки поїдання, а й переварюваність.

При годівлі сільськогосподарських тварин застосовують різні кормові засоби. Незалежно від виду, призначення і способу приготування кормів, повинні відповідати наступним зоотехнічним вимогам [15-16]:

- містити максимальну кількість легко засвоюваних, унікальних для даного корму і цінних для тварин поживних речовин;

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- мінімальний вміст шкідливих і отруйних речовин, які надають згубний вплив на стан здоров'я тварин, засвоєння поживних речовин і якість продукції;
- мати привабливий зовнішній вигляд, відповідати кольору і запаху, характерним для даного корму, без ознак псування;
- володіти здатністю до тривалого зберігання в консервованому або натуральному вигляді.

Зоотехнічні вимоги зводяться до того, щоб забезпечити тварину протягом доби необхідною кількістю кормів, які повністю задовольняли б її потреби в поживних речовинах. При недотриманні норм годівлі раціон може бути перенасичений одним типом корму і мати брак інших.

Вченими доведено, що необхідна комплектист засвоюваних речовин по всіх елементах при одночасному і рівномірному надходженні їх в кров. Нерівномірний і несвоєчасне засвоєння основних елементів живлення веде до зниження їх використання.

Зоотехнічними умовами визначено такі розміри частинок кормів для великої рогатої худоби [5 - 7, 17]: довжина різання соломи і сіна на січку для корів 40...50 мм, а більш дрібну січку готують в тому випадку, якщо її надалі змішують з соковитими кормами; втрати корму в процесі подрібнення не повинні перевищувати 0,1%; при вологості соломи 25...40% частинок січки довжиною менше 50 мм має бути понад 80% від загальної маси; кількість подрібнених частинок січки довжиною менше 20 мм не повинно перевищувати 15%.

Поїдання соломи ВРХ вище за умови її розщеплення вздовж волокон, їх м'яття і руйнування міжвузлів не менше 85% при довжині частинок не менше 40 мм, тобто при отриманні продукту м'якоподібного виду. Більш дрібне подрібнення соломи, зокрема, в борошно, шкідливо, тому що перетравність її жуйними тваринами не збільшується, а жирність молока знижується [18].

З усіх підстилкових грубих матеріалів кращою вважають озиму солому. Озима солома забезпечує тепле, чисте і сухе ложе для тварин, збільшує кількість гною і покращує його якість. Причому зайва його кількість робить гній солоним. Солому в якості підстилки використовують без попереднього

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подрібнення, але краще її пропускати через подрібнювач, подрібнюючи в сітку завдовжки 100-150 мм. Оптимальну вологість для подрібнення грубих матеріалів прийнято вважати 13 ... 18%.

Застосування соломи довжиною частинок 10...100 мм в якості підстилки, за даними І. Ревенка, надає велике значення. Відповідно до проведених досліджень солома, що має довжину частинок сітки 10 мм, на 30% більше вбирає вологи за добу, ніж солома, що має довжину частинок - 100 мм. Повне накопичення вологою соломи відбувається через 48 годин, а максимальне волого поглинання досягається 30 ...330% [19].

До дозуючих пристроїв висувають такі зоотехнічні вимоги: рівномірність і точність роздачі корму; його дозування індивідуально кожній тварині (наприклад, розподіл концентратів з добового надою) або групі тварин (силос, сінаж та інші стеблові корми або зелена підгодівля); запобігання забрудненню кормів і розшаровування його за фракціями; попередження травматизму тварин. Відхилення від запропонованої норми на одну голову тварини для грубих кормів допускається в діапазоні $\pm 15\%$, а для концентрованих кормів - $\pm 5\%$. Поворотні втрати корму не повинні перевищувати $\pm 1\%$, а безповоротні - не допускаються. Тривалість операції роздачі кормів в одному приміщенні повинна бути не більше 30 хв при використанні мобільних засобів і 20 хв при роздачі кормів стаціонарними засобами.

1.3 Класифікація та аналіз конструкцій подрібнювачів кормів

До теперішнього часу вітчизняної та зарубіжної промисловістю випускається велика кількість конструкцій подрібнювачів для задоволення потреб сільськогосподарського виробництва. Для ефективного виконання своїх функцій, сучасні технологічні схеми подрібнювачів грубих кормів і підстилки, повинні виконувати максимальну кількість операцій, передбачених в технологічних лініях виробничих робіт на фермах великої рогатої худоби.

До технологічними схемами подрібнювачів висувають такі вимоги [20]:

- компактність машини, що виконує даний технологічний процес;

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- високу продуктивність (пропускну здатність при мінімальних витратах питомої енергії);
- механізоване завантаження вихідного матеріалу і вивантаження готового продукту;
- порівняно невеликі енерговитрати на процес подрібнення;
- висока якість готового продукту;
- вирівняний гранулометричний склад на видачу корму або підстилки тваринам;
- бути зручними в процесі обслуговування та експлуатації, а також мати великий ресурс напрацювання і високу зносостійкість робочих органів.

Як показує сучасна практика і аналіз конструкцій, що випускаються в останні роки подрібнювачі грубих кормів і підстилки мало відповідають вищезазначеним вимогам, що в свою чергу говорить про недостатню досконалість конструкції машин кормоприготувального призначення.

У зв'язку з величезною різноманітністю технологічних схем і конструкцій існуючих машин, призначених для подрібнення грубих кормів і підстилки, було проведено їх класифікацію. Класифікація подрібнювачів грубих кормів на основі літературних джерел представлена на рис. 1.6.

Для аналізу конструктивних особливостей подрібнювачів відзначимо, що всі вони мають складну структуру організаційно-технологічної схеми проведення процесу обробки і підготовки стеблового матеріалу: завантаження і подача вихідного матеріалу до робочих органів, його подрібнення і подальша виведення з робочої камери. Найбільш поширені типові технологічні схеми роботи подрібнювачів представлені на рис. 1.7.

У одноступінчатих подрібнювачах відкритого типу (рис. 1.7, а) робочий процес здійснюється так: корм, який підлягає подрібненню, навантажувачем завантажується в завантажувальний механізм, який в свою чергу подає в камеру подрібнення з робочими органами і надалі готовий продукт швидко евакуюється. Дана технологічна схема використовується практично у багатьох подрібнювачах грубих кормів і типова для ножових, штифтових і молоткових подрібнюючих

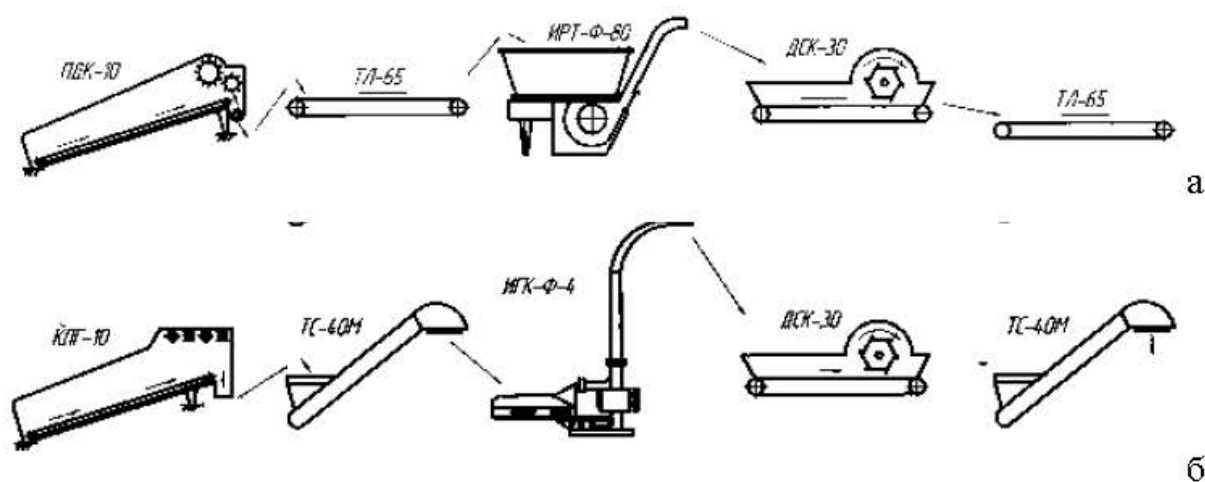
					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристроїв. У подрібнювачах такого типу руйнування матеріалу відбувається за рахунок розрізання, зламу, зім'яттю і розщепленню стебел від впливу робочих органів, контрмолотків деки або противорізу.

Подрібнювачі такої конструкції мають високу продуктивність, але до недоліків можна віднести низьку якість одержуваного готового продукту, зокрема на видачу велика нерівномірність гранулометричного складу. Для вирішення цього недоліку деякі подрібнювачі конструюють з декількома робочими подрібнюючими апаратами, встановленими по черзі.

У даному випадку (рис. 1.7, б), вихідний матеріал подається в робочу камеру спочатку до апарату первинного подрібнення, а потім надходить на кінцеве додріблення до вторинного апарату. Подрібнювачі з виконанням такого подрібнюючого апарату дозволяють отримати корми відповідного гранулометричного складу, але до недоліків можна віднести складну конструкцію, а, отже, вони трудомісткі у регулюванні, обслуговуванні та ремонті.

Рисунок 1.6 – Класифікаційна схема подрібнювачів грубих кормів [28]



а - одноступінчасті відкритого типу; б - двоступеневі відкритого типу

Рисунок 1.7 – Структурні схеми технологічного процесу подрібнювачів кормів і підстилки [29]

Так як технологічний процес обробки грубих кормів, як уже було відмічено, складається з основних операцій: завантаження і подача вихідного матеріалу до

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подрібнюючого апарату, поділ продукту подрібнення (наявність сепаруемого пристрою, якщо того передбачає конструкція), виведення готового продукту з камери подрібнення, то подрібнювач можна розглянути як ланцюжок послідовно розташованих функціональних елементів: пристрій живлення, подрібнення апарат, сепаратор (решета) і пристрій відводу готового продукту з камери подрібнення [30].

З огляду на вище викладене можна зробити висновок, що робота подрібнювачів багато в чому залежить від ефективності роботи кожного з перерахованих елементів і багато в чому залежить від злагодженості виконання їх функцій між собою. Звідси можна зробити висновок, що при проектуванні і подальшого створення нового, більш досконалого та ефективного подрібнювача грубих кормів, слід покращувати кожен з елементів подрібнювача, який буде не тільки виконувати свої функції в загальній технологічній схемі, а й давати сприятливі умови для роботи наступного елемента.

Аналіз живильних пристроїв (рис. 1.8) подрібнювачів грубих кормів показує, що більшість з них потребує встановлення додаткових пристосувань: пресуючих органів - забезпечують затягування, ущільнення і подачу маси до подрібнюючого апарату. Як пресуючі органи використовуються лопаті, шнеки, вальці, похилі ланцюгово-планчаті транспортери, бітера. Це значно ускладнює конструкцію і підвищує енергоємність живильних механізмів (до 50% витрат енергії, потрібної на подрібнення) [27-32]. Крім того, існуючі живильні механізми, за винятком бункерно-лопатевих, вимагають затрат ручної праці на розпакування тюків або рулонів і завантаження маси в подрібнювач.

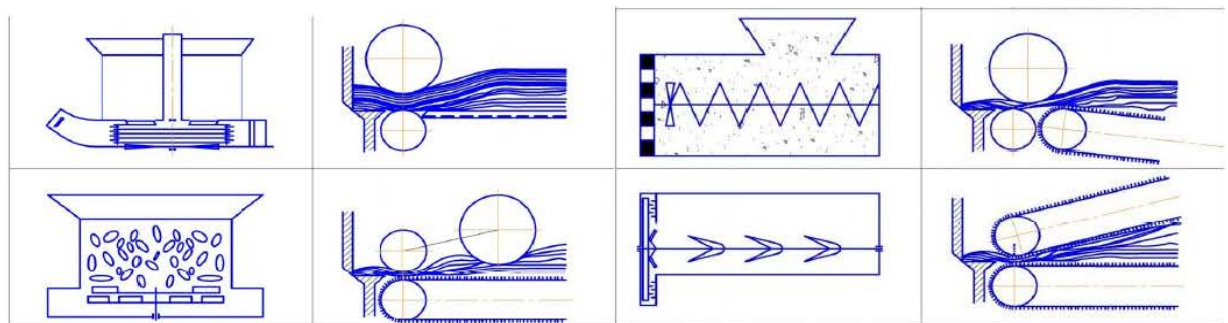


Рисунок 1.8 – Живильні механізми подрібнювачів грубих кормів [31]

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бункерно-лопатеві живильники позбавлені цих недоліків. Вони забезпечують подачу грубих кормів до подрібнюючого барабану як в розсипному стані, так і в рулонах і тюках, дозволяючи повністю механізувати процес прийому і подачі маси. Отже, бункерно-лопатеві живильники задовольняють технології заготівлі грубих кормів, сприяють підвищенню продуктивності праці і відповідають вимогам промислової технології ведення тваринництва.

Обробку грубих кормів можна класифікувати за способом подрібнення: різанням, ударом, зломом, розривом, перетиранням або їх комбінацією. Сучасні подрібнюючі машини мають наступні робочі органи виконують подрібнення: ножі, сегменти, штифти, молотки або їх поєднання.

Переробка стеблового матеріалу різанням лезом забезпечує подрібнення при будь-якій його вологості. Однак недоліком такого способу є не розщеплення готових частинок продукту вздовж волокон, що вимагає додаткової переробки.

Подрібнення за принципом розбивання ударом дозволяє отримати частки готового продукту, який повністю задовольняє вимогам зоотехніки. Недоліком такого способу є утворення великої об'єму пилу від обробки сухих грубих матеріалів.

Принципами ізлому, розриву, перетирання корму можна отримати готовий продукт, який повністю відповідає вимогам фізіології тварин. Такі способи застосовні, в більшості випадків, лише для сухих грубих матеріалів.

Аналіз сучасних конструктивно-технологічних схем показав, що подрібнюючі апарати можуть бути барабанні і дискові. До барабанних відносять - ножові (рис. 1.9, д, е), молоткові (рис. 1.9, г, д) і комбіновані (рис. 1.9, в, е). До дискових відносять - ножові (рис. 1.9, а) і штифтові (рис. 1.9, б). Подрібнюючі машини, на які встановлені ножові робочі органи і виконують принцип різання, працюють на невисоких швидкостях. Подрібнюючі машини, на які встановлені молоткові або штифтові робочі органи і виконують принцип ударно-стираючого, працюють на високих швидкостях.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

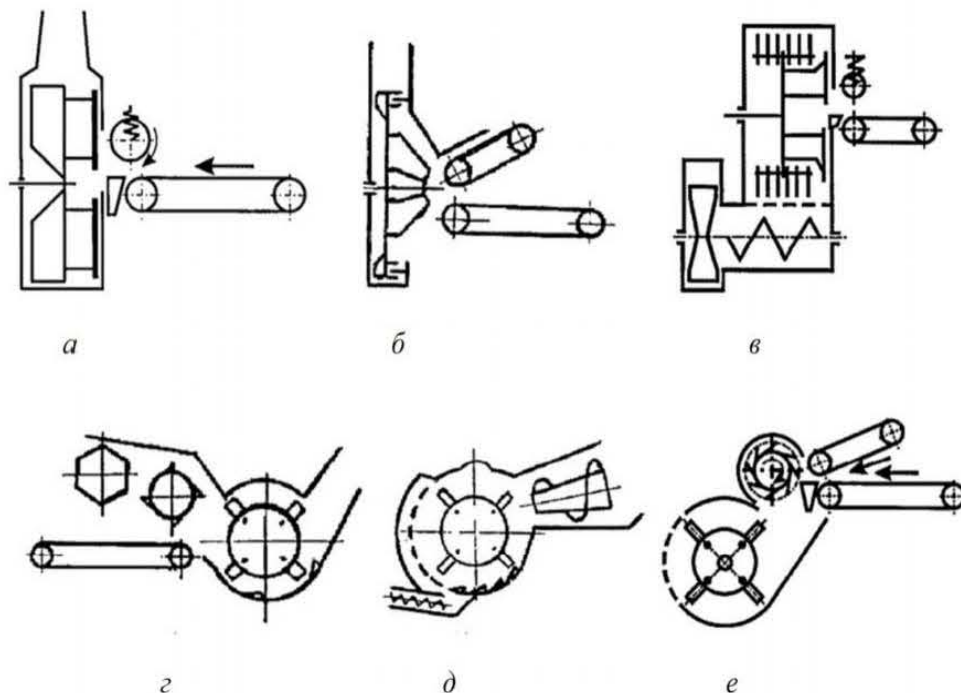


Рисунок 1.9 – Схеми основних типів подрібнюючих апаратів [32]

Процес обробки стеблового матеріалу подрібнювачами з дисковими апаратами з прямолінійним лезом, має вагомий недолік. Робота такого подрібнюючого пристрою супроводжується високою нерівномірністю навантажень на валу подрібнювача, уникнути яких неможливо [11, 31, 40], внаслідок чого перевагами такої машини можна вважати форму, зручність заточування і простоту їх використання.

У наукових роботах В. Горячкіна [34] і В. Желіговського було доведено, що недоліки властиві прямому ножу, можна усунути, якщо використовувати ніж з лезом по типу ексцентричного кола або архімедової спіралі. Така форма виконання ножа забезпечує появи змінного різання по всій довжині ножа, що дає значне зменшення енергетичних витрат на процес подрібнення. До недоліків таких ножів можна віднести: вкрай складне виготовлення, проведення регулювання зазору в ріжучій парі і заточка ножів. До переваг можна назвати їх сприятливий вплив на рівномірність роботи подрібнювальної машини і зменшення енергетичних затрат на процес подрібнення.

Кормоприготувальні машини, на яких встановлені подрібнюючі апарати барабанного типу, позбавлені вище вказаних недоліків. Однак вони не позбавлені

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

власних і мають такі недоліки: подача тонкого шару корму обмежує продуктивність машини; використання спіралеподібних ножів викликає підвищення осьового зусилля на вал барабана, складність виготовлення ножів і заточка.

До недоліків ножових подрібнюючих апаратів можна віднести наступне: подрібнення стебла здійснюється різанням в перпендикулярному напрямку подачі, тому довжина подрібнених частинок відрізняється від розрахункової і різна внаслідок хаотичного розташування стебел, що надходять до подрібнюючого органу; наявність в деяких випадках недоподріблених і переподріблених частинок, що не відповідає зоотехнічним вимогам; низька розщепленість частинок готового продукту. Однак такі апарати мають порівняно малу сприйнятливості до нерівномірної подачі вихідного корму в робочу камеру, що позначається позитивно в цілому на машині [40-44].

Подрібнювачі, обладнані штифтовими робочими органами, дозволяють отримувати готовий продукт високої якості з високою розщепленістю частинок. До недоліку можна віднести їх нездатність переробляти корми підвищеної вологості.

До недоліків сегментних робочих органів можна віднести порівняно низьку міцність і малий ресурс напруження, внаслідок чого необхідна часта заміна, інакше робота машини із затупленими робочими органами супроводжується збільшенням енергоємності процесу. Подрібнювачі з такими робочими органами майже не здатні обробляти пресовані корми у вигляді тюків або рулонів.

Під час експлуатації подрібнюючих апаратів з жорстко закріпленими робочими органами внаслідок наявності в кормах сторонніх предметів мають місце часті поломки. Шарнірне кріплення робочих органів дозволяє уникнути можливих поломок при попаданні твердих, великих предметів в подрібнювач, а так само створює сприятливі умови для збільшення загальної стійкості ходу ротора. Внаслідок того, що гальмувальна дія зовнішніх робочих опорів частково переходить на вал ротора і частково відшкодовується зниженням його моменту інерції, призводить до відхилення молотків від радіального положення [8, 11, 25].

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В даний час як у нас в країні, так і за кордоном [1, 14, 17, 20, 24], при розробці конструктивно-технологічної схеми подрібнювачів грубих матеріалів спостерігається стабільна тенденція застосування ефекту ударного руйнування матеріалів, базована на створенні подрібнюючих машин з молотковими робочими органами.

Подрібнювач з шарнірним кріпленням молоткових робочих органів характерно: високий ступінь розщеплення частинок готового продукту; простота конструкції; надійність; універсальність до виду перероблюваності корму мають різні фізико-механічні властивості [1, 45].

Розроблені до теперішнього часу класифікації подрібнювачів грубих кормів вказують на широке поширення подрібнюючих машин, що розділяються за способом організації робочого процесу в дробильній камері подрібнення, коли розрізняють машини з відкритого і закритого циклу [7, 9].

Робочі органи подрібнюючих апаратів грубих кормів в останні роки розробляють в напрямку зниження енерговитрат, підвищення ефективності роботи, поліпшення якості (рівномірності) подрібнення, а такі; зниження їх металоємності, підвищення надійності і терміну служби роботи [35, 36].

З метою зменшення середньо зваженої довжини готового продукту в подрібнюючих камерах використовують деки з контрмолотками і решетом або противорізом. Деки розрізняють на сталеві або чавунні рифлені. У поєднанні з улаштуванням корпусу машини вони утворюють шорстку поверхню, в результаті чого відбувається гальмування циркуляції шару корму і додаткове подрібнення.

1.4 Огляд конструкцій бункерних подрібнювачів стеблових кормів

Провідними країнами в розробці машин для подрібнення і роздачі грубих кормів є Німеччина, США, Франція, Великобританія, Нідерланди, Канада, Фінляндія та Італія.

В даний час у вітчизняній і зарубіжній практиці намітилося три напрямки по створенню та вдосконаленню технічних засобів переробки грубих кормів:

- розробка пристроїв, що полегшують оброблення без подрібнення тюків

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або рулонів з метою подальшої ручної або механізованої видачі тваринам [4, 7, 11, 39];

- створення машин для подрібнення стеблових кормів і з подальшою їх механізованою роздачею [21];
- розробка універсальних подрібнювачів-змішувачів-роздавачів, здатних подрібнювати стеблові корми з наступним приготуванням багато компонентних кормових сумішей і дозованою роздачею їх тваринам [26].

Найбільший інтерес для вітчизняних умов приготування і роздачі грубих матеріалів мають машини здатні переробляти корми, заготовлені в тюках, рулонах і розсипний вигляді мають різну вологість. Подрібнювачі з подаючим пристроєм бункерного типу найбільш відповідають пред'явленим вимогам.

Серед подрібнювачів бункерного типу найбільшого поширення набули машини, що мають подрібнювальний ротор з молотковими робочими органами [24, 31]. Застосування комбінованих подрібнюючих робочих органів або сегментних зустрічається рідше.

За кордоном займаються розробкою і створенням бункерних подрібнюючих машин грубих матеріалів слідуючі фірми: «New Holland», «Burrovs», «Audureau», «Farmhand», «Vermeer», «Kidd».

Подрібнювач «Primor PP» фірми «Audureau» розроблений у вигляді навісної машини має бункер, поздовжній ланцюгово-планчатий транспортер забезпечує обертання рулону, шари якого бітером з ножами розмотуються і подаються для подрібнення на робочі органи ротора. Подрібнений готовий продукт лунає безпосередньо в годівниці або може розкидатися у вигляді підстилки.

Подрібнювач «Feeder-100» являє собою машину, що складається з бункера з розташованим всередині подає ланцюгово-планчатим транспортером. Для розпушування рулону використовуються два бітера з сегментними і дисковими ножами.

Причіпний кормозбиральний комбайн-розкидач підстилки фірми «Kidd» складається з вертикально обертового бункера з встановленим на його нерухомому днищі подрібнюючого робочого органу у вигляді диска з ножами, в

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нижній частині якого є лопатки, що забезпечують видачу готового продукту.

Є розробки конструкцій подрібнювачів і з похилим розташуванням циліндричного бункера-живильника [31]. Бункер спирається бічною стінкою на ролики, а подача вихідного матеріалу до подрібнюючого ротора відбувається за рахунок сил гравітації і від взаємодії рухомого матеріалу з напрямним стабілізатором. Основний недолік такої конструкції машин є малоефективність при обробці грубих кормів, заготовлених у вигляді тюків.

Також як і за кордоном в нашій країні освоєно випуск подрібнювачів грубих матеріалів бункерного типу, здатних переробляти корми заготовлені в тюках, рулонах і розсипному стані.

З недоліків подрібнювача слід виділити відсутність регулювання завантаження подрібнюючого ротора, що призводить до короточасних перевантажень. У деяких випадках не в повній мірі забезпечується необхідна рівномірність видачі корму.

Подрібнювачі ИРТ-Ф-80 і ИРТ-Ф-80-1 являють собою бункер- живильник з вертикальною віссю обертання і осьової подачею вихідного матеріалу до безрепінтної молоткової дробарки. Вивантажний пристрій виконано у вигляді дефлектора.

Неподрібнений корм рейферним навантажувачем подається в бункер-живильник, де під впливом його лопатей переміщається і відбувається подача до подрібнюючого ротора. Під впливом молотків, дек і контрмолотков, розташованих в камері подрібнення, вихідний матеріал подрібнюється і через вивантажний пристрій вивантажується на сторону. При вологості соломи 14% продуктивність при подрібненні пресованих кормів - до 6 т/год, на розсипних кормах становить до 5 т/год.

Подрібнювач ПРТ-165 відрізняється від вище зазначеної машини більш потужним приводом підвищеною пропускною здатністю.

При роботі подрібнювача ИРТ-80 мають місце забивання при вологості корму понад 40% вивантажного дефлектора, через відсутність в конструкції подрібнювача пристрої для огорожі необертального ротора від матеріалу, що

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

завантажується при пуску агрегату в роботу. ИРТ-165 має низькі показники експлуатаційної надійності в ході виникнення частих забивань дробарки і відмов окремих складальних одиниць, а також великі витрати праці на технічне обслуговування.

Головним недоліком подрібнювачів ИРТ-80 і ИРТ-165 є те, що вони непрацездатні на подрібненні грубих кормів в рулонах, не можуть виконувати функції кормораздатчиків, мають високу металоємність і енергоємність. Білоруські подрібнювачі типу ИРК-145 працездатні тільки на рулонах діаметром до 150 мм [22].

В Кіровограді був розроблений подрібнювач грубих кормів [32] в рулонах з похилим розташуванням обертається циліндричним бункером-живильником. Конструкція подрібнювача складається з обертового бункера з вивантажним вікном, навпроти якого змонтований подрібнюючий ротор. Ротор має молотки, шарнірно підвішені на осях підвісу і подрібнюючі ножі, закріплені по колу вивантажного вікна. Леза ножів виступають щодо днища подрібнювача. На кожусі подрібнюючого ротора передбачені протиріжучими пластини, які в разі потреби можуть бути введені в міжмолотковий простір.

Рулони, що підлягають переробці, навантажувачем завантажуються в бункер, який, обертаючись, здійснює подачу корму до вивантажувального вікна. Такі подрібнювачі працездатні тільки на рулонування матеріалів, при роботі на тюкована і розсипних матеріалах мають місце великі безповоротні втрати матеріалів за рахунок викидання їх з похилого бункера.

На підставі вище викладеного можна зробити висновок, що універсальні подрібнювачі повинні базуватися на наступних рішеннях: вертикальному завантажувальному бункері, молотковому роторі, прохідної деки з противорізами.

Висновки до розділу

Відповідно до поставленої мети вирішували наступні завдання:

- обґрунтувати функціональну і конструктивно-технологічну схеми модернізованого подрібнювача грубих кормів в тюках, рулонах і в розсипному

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стані на фермах великої рогатої худоби;

- виявити закономірності технологічного процесу подрібнювача запропонованої конструкції, визначити раціональні параметри і режими його роботи;

- визначити енергетичні та якісні показники роботи модернізованого подрібнювача;

- провести виробничу перевірку, виявити економічну ефективність використання і розробити методику інженерного розрахунку подрібнювача з полішеними технічними характеристиками.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ

2.1 Розробка функціональної та конструктивної схем

Проведений аналіз літературних джерел показав, що мобільний подрібнювач, здатний переробляти грубі корма у тюках та рулонах, перев'язаних шпагатом, а також у розсипному стані різної вологості і завантаження подрібненої маси у транспортні засоби, добре вписується в технологічний процес приготування кормових сумішок на фермах ВРХ із поголів'ям більше 600 голів худоби.

Розробка та дослідження машини не можлива без побудови моделі функціонування технічного агрегату. Інформаційна модель функціонування модернізованого подрібнювача описується поведінкою об'єкту, проте не імітує його із його фізичної суті. Метою побудови моделі є розроблення методів контролю та управління технологічним процесом діючого об'єкту, крім того виявлення чинників, які впливають на машину. Побудова інформаційної моделі може бути здійснена за рахунок досліджень як вхідних так і вихідних змінних діючої машини.

Кормороздавач для приготування та роздачі грубих кормів - соломи, сіна, а також інших стеблових кормів складає складну систему, так як працює в змінних умовах. Модернізований подрібнювач соломи, сіна, а також інших стеблових кормів, у загальному випадку, можна привести у стані схематичної моделі поданої на рисунку 2.1.

Дана узагальнююча модель, у якості вхідної змінної прийнято потік Q_i вихідного матеріалу грубих кормів. Величину потоку можна регулювати параметри вимірів і якщо є необхідність то і змінити її.

Вихідних змінними є: енергоємність процесу подрібнення грубих кормів $E(t)$, із встановленим фракційним складом $Q(t)$ та фізико-механічні властивостями $L(t)$ (середньозважена довжина часток корму).

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Збурюючими величинами процесу є вологість вихідного продукту W_i . Пояснюється це тим, що дана змінна може піддаватися впливу.

Вектори $S_{01}, S_{02} \dots S_{0n}$ означають настроювальні фактори, що настроюються, до них можна віднести - ступінь подрібнення корму, частота обертання бункеру та подрібнюючий робочий орган. Вихідних і підбурюючі процеси носять випадковий характер.

Рисунок 2.1 – Модель функціонування модернізованого подрібнювача кормів

Модернізований подрібнювач соломи, сіна, а також інших стеблових кормів складається із слідуєчих елементів (рис. 2.2): завантажуючий бункер (ЗП), подрібнювальний пристрій (ПП), який щоявляє собою молотковий ротор та вивантажувач (В). Наведені функціональні елементи можуть здійснювати наступні технологічні операції: завантаження корму, її подача до пристрою подрібнення, з послідуєчим вивантаженням готового корму.

Рисунок 2.2 – Схема функціонування модернізованого подрібнювача грубих кормів: Б-П – бункер подрібнювача; ПП – подрібнювальний пристрій молоткового ротора (МР); ВП - вивантажуючий пристрій

Неподрібнений стебловий корм у рулонах, тюках або у розсипному стані подається навантажувачем у бункер модернізованого подрібнювача. Бункер-обертаючись, здійснює рівномірну подачу корму по нерухомому днищу в подрібнюючий апарат. Корм, потрапляючи на робочі органи - молотки, піддається ударній дії. Молотки захоплюють та відкидають корм у підбарабання. Взаємодія молотків, відсікаючого ножа, зубів гребінки та противорізу, сприяє подрібненню і розщеплюється корму. Подрібнений корм вивантажним пристроєм викидається у бургт.

Після отримання блоку-схеми функціонування притрою розроблені і конкретні види впливаючих на подрібнення факторів. Вихідні фактори характеризує стан процесу, що виникає у результаті сумарної дії керуючих,

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструктивно-технологічних та динамічних властивостей робочих органів кормоагрегату.

Керуючими факторами є кількість завантажуваного в машину за один цикл грубого корму $Q_i(t)$. Конструктивно-технологічними і настроючими факторами (характеризують положення робочих органів модернізованого пристрою грубих кормів, є:

- для завантажуючого бункера - частота його обертання, об'єм бункера, кількість захоплень;
- для подрібнюючого пристрою - число та частота обертання молотків, виліт молотків, глибина впровадження противорізу в міжмолоковий простір.

При подрібненні соломи, сіна, а також інших стеблових кормів для приготування кормосумішей довжина корму повинна бути 40-50 мм, при видачі у годівниці - до 100 мм, а при отриманні сінної муки – до 9 мм [22].

2.2 Обґрунтування параметрів модернізованого подрібнювача стеблових кормів

На підставі вищесказаного було створено конструктиву технологічну схему модернізованого мобільного подрібнювача-роздавача із ротором молоткового типу з вертикальним завантажуючим бункером, що приведений на рис. 2.3.

1 - бункер; 2 - підпружинений захоплювач; 3 - ніж із гребінкою; 4 - ротор; 5 - ліфтер; 6 – захоплення допоміжне; 7 - днище; 8 - вивантажувальний пристрій; 9 – козирок; 10,11 - привід ротора і бункера; 12 - блок роликів; 13 - рама; 14 - планка протиризів

Рисунок 2.3 – Модернізовані подрібнювачі соломи, сіна, а також інших стеблових кормів

Запропонована машина (рис. 2.3) має раму із змонтованим бункером та

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

блоків підтримуючих роликів. У нерухомому днищі знаходиться вікно, під яким змонтовано подрібнююче пристрій у стані молоткового ротора. На роторі встановлені ножі та ряд підтримуючих ліфтерів. Під подрібнюючим пристроєм змонтовано підбарабання із вивантажуючим пристроєм, на яке встановлене козирок з планками - противорізами. Всередині завантажувального бункера встановлені захвати, що підпружинені та допоміжні захвати.

Рулон корму завантажується у бункер перпендикулярно напрямку обертання подрібнюючого пристрою. Його вертикальне розташування не дає можливість корму відставати в русі від обертання. Таке зачеплення матеріалу із бункером сприяє рівномірній подача корму до ротора машини. Стабільне надходження корму до подрібнюючого пристрою запобігає захоплення невеликих порцій корму та його недоподрібнення або переподріблення. Бункер подрібнювача має привід із 4-ох ступінчастою коробкою передач та реверсом.

Привід робочих органів мобільного подрібнювача-роздавача здійснюється від валу відбору потужності, а стаціонарного подрібнювача - від електродвигуна.

Працює машина наступним чином. Сіно, солома, сінаж у тюках, рулонах, або в росипному виді подається навантажувачами у завантажувальний бункер. Бункер, обертаючись, забезпечує днищу рівномірну подачу корму до ротора. Корм, потрапляючи на ротор, подрібнюється молотками, які захоплюють і відкидають корм у підбарабання. Внаслідок ударів молотків корм подрібнюється і розщеплюється, далі через вивантажуючий пристрій викидається у борт. Продуктивність машини регулюється за рахунок зміни частоти обертання бункера та величиною занурення молотків у бункер шляхом підйому або опусканню ліфтерів.

При створенні модернізованого подрібнювача довелося стикнутися із багатьма труднощами при виборі оптимальних параметрів та режимів роботи, що вимагало проведення чимало досліджень.

Подрібнювач повинен мати регульовану ступінь подрібнення корму. Середньо зважений розмір корму повинен змінюватися у межах від 30 мм до 100.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність подрібнювачів грубих кормів обумовлюється умовами його використання. Продуктивність подрібнювача-роздавача кормів можна визначити згідно формули [15]:

$$Q = 3,6 \frac{v \cdot q}{a_1 \cdot K}, \quad (2.1)$$

де $v = 0,5 \dots 1$ м/с - робоча швидкість машини при видачі у годівницю, м/с.

q - добова норма видачі корму на 1 голову (для сіна - $q = 4$ кг, для соломи $q = 18$ кг);

a_1 - фронт годівлі, що припадає на 1 голову ВРХ. Для молодняка - $a_1 = 0,5 \dots 0,7$; для корів - $a_1 = 0,7 \dots 1,2$ м;

K - кратність годування на добу. Приймаємо $K = 3$.

Оскільки модернізований подрібнювач використовується на стаціонарі для створення оперативного запасу подрібнених кормів на фермах розміром 1000 - 1200 корів, то продуктивність можна визначити із наступних міркувань. Подрібнювач працює у період між годівлею корів і завантажуються одним і тим же навантажувачим засобом. Період годування триває в основному на добу близько 4 годин [25].

Добовий об'єм перероблених кормосумішок на фермі розміром 1000 голів складає:

сінажу $18 \times 1000 = 18000$ кг.

сіна 4×1000 голів = 4000 кг;

Нехай на сіні розроблений подрібнювач працюватиме 1 годину, а на сінажі у рулонах – до 2 годин. Тоді продуктивність модернізованого подрібнювача на сіні буде становити:

$$Q = \frac{4000}{1} = 4000 \text{ кг/год, на сінажі } Q = \frac{18000}{2} = 9000 \text{ кг/год.}$$

Аналізуючи необхідну продуктивність модернізованого подрібнювача при роботі можна прийняти, що продуктивність його повинна бути на стеблових кормах близько 4 т/год, а на сінажі в рулонах близько 10 т/год.

Діаметр бункера приймаємо рівний 2100 мм для забезпечення умови

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арх.
Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		

вільного завантаження у нього рулонів та тюків сіна і соломи із максимально допустимим діаметром 2000 мм, а також можливості перевезення його різним транспортом. Висота бункера приймаємо рівною 1200 мм із умови розміщення у ньому рулонів та тюків довжиною 1200 мм.

Довжина ротора L_p вибираємо із умови зрізання молотками грубого корму на половині діаметра днища, тобто приблизно 1000 мм. Із конструктивних міркувань приймаємо $L_p = 1030$ мм. За аналогією із раніше розробленими подрібнювачами діаметр ротора по кінцях молотків приймаємо сталим і рівним 540 мм.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Пристрій та основне обладнання для проведення експериментальних досліджень

Розроблений подрібнювач складається із вертикального завантажувального бункера, який виконує роль живильника, подрібнюючого ротора молоткового типу, підбарабанням із ножем, гребінкою та рядом регульованих противорізу, приводів роботи ротора та бункера. Завантажувальний бункер із 2-ма пружинними захопленнями забезпечують рівномірну подачу по нерухомому днищу до подрібнюючого молоткового ротора соломи, сіна, а також інших стеблових кормів в будь-якій формі: рулонах та тюках, перев'язаних шпагатом та у розсипному стані. Подрібнений матеріал грубих стеблових кормів викидається ротором на сторону в кучу або в годівниці (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Експериментальний зразок модернізованого подрібнювача стеблових кормів

Технологічна схема подрібнення матеріалів наступна: неподрібнене сіно, солома, сінаж (в тюках, або рулонах, або в розсипному стані) подається навантажувачами ПКУ-0,8, СНУ-550, ПЕ-0,8 в завантажувальний бункер, який

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

має два діаметрально розташованих пружних захоплення. Бункер, обертаючись, забезпечує по нерухомому днищу рівномірну подачу корму до подрібнювача ротора. Матеріал (маса), потрапляючи на ротор, піддається ударному впливу молотків, які захоплюють і відкидають її в підбарабання. У результаті ударів молотків, протиударного дії відсікаючого ножа, зубів гребінки і противорізу, матеріал подрібнюється і розщеплюється, після чого через вивантажний пристрій викидається в бұрт. Продуктивність подрібнювача регулюється зміною частоти обертання бункера і величини занурення молотків в бункер шляхом підйому і опускання ліфтерів.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика подрібнювача

Найменування	Показник
Продуктивність, т / год	до 8
Потужність, потрібна на привід, кВт	до 80
Діаметр бункера, мм	2400
Діаметр кола, що описується молотками, мм	550
Частота обертання бункера, хв ⁻¹	1,5 – 10
Частота обертання ротора, хв ⁻¹	2100
Висота завантаження корму, мм	2270
Висота вивантаження корму, мм	680
Габаритні розміри, мм	4000 x 2510 x 2270
Загальна маса, кг	2800

Для визначення основних енергетичних показників робочого процесу стаціонарного подрібнювача грубих матеріалів використовували комплект вимірювальної апаратури, в який входили: трифазний лічильник електричної енергії ЦЕ 685 з трьома трансформаторами струму і прилад К505 із підсумовуванням потужності на кожній його фазі (рис. 3.2).

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.2 – Прилади для замірів потужності, потрібної на привід подрібнювача

Докладний перелік приладів і вимірювального обладнання для проведення експериментальних досліджень представлений в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Прилади і обладнання

№ п / п	Найменування	Позначення	Призначення
1	Трактор	(кл. 1,4	Навантаження рулонів у бункер-подрібнювач
2	Стационарний подрібнювач		Об'єкт досліджування
3	секундомір		Визначення часу дослідів
4	Солома в рулонах	озима пшениця	Подрібнюваний матеріал
5	Сіно в рулонах	пшениця	
6	тахометр	ТЧ10-Р	Вимірювання частоти обертання і ротора подрібнювача
7	Динамометр стрілочний	ДПУ-2-2	Визначення пропускної спроможності, ваги рулонів
8	Шафа сушильний	СЕС-3М	Визначення вологості
9	Вимірювальний комплекс	К505	Вимірювання сумою потужності на кожній фазі

3.2 Методика проведення експериментальних досліджень для визначення основних характеристик матеріалу

Відбір проб для визначення вологості вихідного матеріалу проводився за відомою методикою [27]. Вологість матеріалу оцінювалася для кожної повторності висушуванням наважок 3...5 г в сушильній шафі при температурі 105..110°C протягом 4...55 хвилин. Після завершенню сушки бокси охолоджували і знову зважували.

Розміри рулонів сіна та соломи відповідно дорівнювали: діаметр 1,6 і 1,8 м, висота 1,2 і 1,2 м. Вологість сіна становила 10 %, а соломи – 10-45 %. Середній розмір неподрібненого сіна становив 220 мм, соломи – 284 мм. Об'ємна маса сіна в рулоні дорівнювала приблизно 83 кг/м³, а соломи – 110 кг/м³. Фізичні властивості кормів визначали за стандартними методиками. Гранулометричний склад визначений згідно ГОСТ 70.19.2-83.

Для визначення розміру часток неподрібнених сіна і соломи відбиралась загальна проба масою не менше 4 кг. Відбір проби проводився із 5 місць. З загальної проби виділяли середню пробу для розбору масою 0,2-0,5 кг. Середня проба забезпечувалася позначеою-етикеткою.

У середній пробі вимірювали всі частинки і розподіляли за класами: до 10, 11-20, 21-50, 51-75 і понад 75 мм. Частинки зважувалися за класами і підраховувалася процентне співвідношення.

Насипну масу сіна і соломи визначали шляхом заповнення ящика розмірами 50×50× 40 см при вільному падінні корму з висоти 20 см від його верхнього краю. Зважену масу корму перераховували на 1м³. Повторність досягалася триразовим вимірюванням.

Для визначення ступеня розщеплення стебел кормів з наважки виділяли розщеплені і нерозщеплені частки із загальної маси і визначалися відсоток розщеплених стебел.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Визначення залежності продуктивності пристрою від частоти обертання бункера

Під час проведення експериментів по виявленню залежності продуктивності подрібнювача від частоти обертання бункера в якості вихідного матеріалу використовували сіно люцерни і соломі ярої пшениці. Перед початком дослідів у бункер завантажували рулон соломи або сіна (рис. 3.5). Важіль приводу бункера встановлювали в нейтральне положення (рис. 3.3). Усі фактори в експерименті, в тій чи іншій мірі впливають на величину подачі, фіксували на постійних рівнях: товщина матеріалу в бункері $h_m = 1,2$ м; підпружинені захвати в максимальному розгорнутому положенні (рис. 3.4).



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд приводу бункера

Змінною величиною в дослідях була частота обертання бункера, яка перебувала в межах варіювання від 1,79 до 6,8 об/хв.

Рисунок 3.4 – Загальний вигляд підпружиненого захоплення пристрою

Рисунок 3.5 – Завантаження рулону соломи в бункер

Експериментальні дослідження проводили в наступній послідовності: після

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

звукового сигналу включенням електродвигуна приводили в обертання подрібнюючий ротор і після того як він входив в стійкий робочий режим, установкою важеля приводу бункера в положення, відповідне 1,5 об/хв, приводили в обертання бункер і одночасно з цим включали секундомір.

Маса, подана на подрібнювальний апарат при обертанні бункера захоплювалась робочими органами ротора і потрапляла через вивантажний отвір на полог (рис. 3.4). Після закінчення кожного дослідів проводився замір зміни висоти рулону в бункері і записувався в зошит. Тривалість кожного дослідів тривала 30 секунд.

За результатами експериментальних досліджень були побудовані графіки залежностей: $Q = f(n_6)$.

3.4 Методика визначення залежності продуктивності від висоти корму в бункері

Для визначення залежності продуктивності від висоти матеріалу в бункері, як і в попередньому випадку, була використана озима пшенична солома і сіно люцерни. Всі фактори які беруть участь в експерименті і впливають на величину подачі фіксувалися на постійних рівнях: підпружинені захвати в максимальному положенні, частота обертання бункера становила 4,5 об/хв. Змінною величиною в експерименті була товщина матеріалу в бункері, яка варіювалася на чотирьох рівнях: 0,2; 0,4; 0,6; та 1,2 м.

Порядок проведення дослідів та кількість повторностей дослідів для кожного з наведених рівнів товщини матеріалу в бункері в точності відповідали умовам попередніх досліджень.

За результатами експериментальних досліджень були побудовані графіки залежностей $Q = f(h_m)$.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Визначення продуктивності від частоти обертання бункера і висоти шару матеріалу в бункері

Для уточнення деяких значень залежностей $Q = f(n_0)$ і $Q = f(h_{cl})$ були проведені однофакторні експерименти. За отриманими результатами $Q = f(h_{cl})$ були розраховані середні значення та дисперсії (табл. 4.1).

Перевірка на однорідність оцінок (проводилася при рівні значущості $\alpha = 0,05$) показала, що: на сіні вітамінне $G = 0,629$ менше $G_{кр} = 0,7679$, на соломі ярої пшениці $G = 0,395$ менше $G_{кр} = 0,7679$, вибіркові дисперсії можна вважати однорідними, експеримент відтворюваним.

Таблиця 4.1 – Дисперсія розрахункових значень продуктивності модернізованої машини за різною висотою шару грубих кормів у завантажувальному бункері

Показники	$h_{cl} = 0,2$	$h_{cl} = 0,4$	$h_{cl} = 0,6$	$h_{cl} = 1,2$
Сіно	0,72	0,17	0,40	0,46
Солома	0,12	0,17	0,40	0,80

Для визначення значущості отриманих коефіцієнтів математичної моделі були отримані розрахункові значення критерію Ст'юдента: на сіні вітамінне $t_0 = 74,592$, $t_1 = 2,798$, на соломі ярої пшениці $t_0 = 114,184$, $t_1 = 4,207$. Всі розрахункові значення t -критерію більші табличного $t_{кр} = 2,306$, отже - коефіцієнти значимі для моделі.

Перевірка адекватності отриманих математичних моделей показала, що: на сіні вітамінне $F_{розр} = 0,049$ і на соломі ярої пшениці $F_{розр} = 0,11$ менше табличного значення $F_{табл} = 4,459$. Моделі визнаються адекватними експериментальними даними.

Графік залежності продуктивності подрібнювача від висоти шару матеріалу h_{cl} в бункері представлений на рис. 4.1.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

◆ - солома пшениці ■ - сіно

Рисунок 4.1 – Залежність продуктивності Q від висоти шару сіна в бункері h_{cl}

Аналізуючи графік, наведений на рис. 4.1 можна зробити висновок про те, що висота шару матеріалу в бункері практично не впливає на продуктивність. В процесі зміни висоти шару матеріалу продуктивність змінювалася в межах 7%.

За отриманими результатами експериментальних досліджень $Q = f(n_6)$ були розраховані середні значення та дисперсії (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Дисперсія значень продуктивності модернізованого подрібнювача при різній частоті обертання бункера, $хв^{-1}$

Показники	$n_6 = 1,7$	$n_6 = 3,1$	$n_6 = 4,15$	$n_6 = 5,7$	$n_6 = 6,9$
Сіно	0,24	0,86	0,24	0,12	0,65
Солома	0,3	0,31	0,3	0,32	0,8

Перевірка на однорідність оцінок, проводилася при рівні значущості $\alpha=0,05$, показала, що: на сіні вітамінне при $G=0,657$ менше $G_{кр}=0,6838$, на соломі ярої пшениці $G=0,427$ менше $G_{кр}=0,6838$, вибіркові дисперсії можна вважати однорідними, експеримент відтворюваний.

Для визначення значущості отриманих коефіцієнтів математичні моделі були отримані розрахункові значення за критеріями Ст'юдента: на сіні вітамінне $t_0=5,91$, $t_1=41,756$, на соломі ярої пшениці $t_0=5,467$, $t_1=46,463$. Всі розрахункові значення t -критерію більше табличного $t_{кр}=2,228$, отже - коефіцієнти значимі для даної моделі.

Перевірка адекватності отриманих математичних моделей показує, що: на сіні вітамінне $F_{розр}=2,786$ і на соломі ярої пшениці $F_{розр}=3,543$ менше табличного значення $F_{табл}=3,708$. Моделі вважаються адекватними експериментальним даним.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік залежності продуктивності подрібнювача від частоти обертання бункера-живильника представлений на рис. 4.2.

◆ - солома пшениці ■ - сіно
○ - солома пшениці (теор.) △ - сіно (теор.)

Рисунок 4.2 – Залежність продуктивності Q від частоти обертання бункера n_6

Аналізуючи графік залежності продуктивності Q від частоти обертання бункера n_6 , наведеного на рис. 4.2, можна побачити практично лінійну залежність. Це пояснюється тим, що при збільшенні частоти обертання бункера пропорційно зростає подача матеріалу у ротор.

З графіка видно також, що теоретичні криві добре співпадають із експериментальними (розбіжність значень становить до 8%).

4.2 Визначення потужності, потрібної на привід ротора та питомої енергоємності від частоти обертання бункера-живильника

Для уточнення деяких значень залежностей $N = f(n_6)$, $L_{cp} = f(n_6)$, $E = f(n_6)$ були проведені однофакторні експерименти. За отриманими результатами $N = f(n_6)$ були розраховані середні значення, а також дисперсії (табл. 4.3).

Перевірка на однорідність оцінок, що проводилася при рівні значущості $\alpha=0,05$, показала, що: на сіні вітамінне $G=0,405$ менше $G_{кр}=0,6838$, на соломі ярої пшениці $G=0,291$ менше $G_{кр}=0,6838$, вибіркової дисперсії можна вважати однорідними, експеримент відтворюваний.

Таблиця 4.3 – Дисперсія значень потужності, що потрібно на привід ротора при різній частоті обертання бункера, xv^{-1}

Показники	$n_{6-п} = 1,79$	$n_{6-п} = 3$	$n_{6-п} = 4,14$	$n_{6-п} = 5,5$	$n_{6-п} = 6,82$
Сіно е	0,19	0,43	0,16	0,523	0

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Солома	0,48	0,28	0,73	0,73	0
--------	------	------	------	------	---

Для визначення значущості отриманих коефіцієнтів математичної моделі були отримані розрахункові значення за критеріями Стюдента: на сіні вітамінне $t_0 = 13,141$, $t_1 = 6,124$, $t_2 = 7,906$; на соломі ярої пшениці $t_0 = 15,026$, $t_1 = 3,093$, $t_2 = 12,738$. Всі розрахункові значення t-критерію більше табличного $t_{кр} = 2,228$, отже - коефіцієнти значимі для моделі.

Перевірка адекватності отриманих математичних моделей показала, що на сіні вітамінне $F_{розр} = 1,115$, а на соломі ярої пшениці $F_{розр} = 3,472$ менше табличного значення $F_{табл} = 4,103$. Моделі визнаються адекватними експериментальним даним. Графік залежності потужності, що потрібна на привід ротора, від частоти обертання бункера приведений на рис. 4.3.

Розглядаючи рис. 4.3 залежності потужності N , що потрібно на привід ротора, від частоти обертання бункера n_6 , можна помітити так само підвищення потужності при збільшенні частоти обертання бункера. Це пояснюється тим, що при підвищенні частоти обертання бункера збільшується об'єм матеріалу, що подрібнюється і на його подрібнення потрібно більше затрати енергії.

◇ - солома пшениці; □ - сіно

Рисунок 4.3 – Залежність потужності N , потрібної на привід ротора, від частоти обертання бункера n_6

За отриманими результатами досліджень $L_{cp} = f(n_6)$ були розраховані середні значення та дисперсії (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Дисперсія значень середньої довжини частинок готового продукту при різній частоті обертання бункера, $хв^{-1}$

Показники	$n_6 = 1,79$	$n_6 = 3$	$n_6 = 4,14$	$n_6 = 5,5$	$n_6 = 6,82$
-----------	--------------	-----------	--------------	-------------	--------------

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сіно	0,4	0,48	0,28	0,25	0,37
Солома	0,16	0,52	0,49	0,67	0,73

Перевірка на однорідність оцінок, що проводилася при рівні значущості $\alpha=0,05$, показала, що на сіні вітамінне $G=0,288$ менше $G_{кр}=0,6838$, на соломі ярої пшениці $G=0,308$ менше $G_{кр}=0,6838$. Вибіркові дисперсії можна вважати однорідними, експеримент відтворюваний.

Для визначення значущості отриманих коефіцієнтів математичної моделі були отримані розрахункові значення критерію Ст'юдента: на сіні вітамінне $t_0=9,302$, $t_1=6,287$, $t_2=10,846$; на соломі ярої пшениці $t_0=25,78$, $t_1=3,87$, $t_2=11,758$. Всі розрахункові значення t-критерію більше табличного $t_{кр}=2,228$, отже – коефіцієнти значущі для математичної моделі.

Перевірка адекватності отриманих математичних моделей показало, що на сіні вітамінне $F_{розр}=6,236$ і на соломі ярої пшениці $F_{розр}=7,269$ менше табличного значення $F_{табл}=3,478$. Моделі визнаються адекватними експериментальними даними.

Графік залежності середньої довжини частинок готового продукту від частоти обертання бункера-живильника наведений рис. 4.4.

■ - солома пшениці; ♦ - сіно

Рисунок 4.4 – Залежність середнього розміру L_{cp} частинок від частоти обертання бункера n_6

Середній розмір частинок матеріалу L_{cp} з підвищенням частоти обертання бункера n_6 збільшується (рис. 4.4). Це пояснюється тим, що з підвищенням частоти обертання бункера зменшується кількість ударів молотків по порції відокремлюваних частинок корму.

За отриманими результатами досліджень $E = f(n_6)$ були розраховані середні значення та дисперсії (табл. 4.5).

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірка на однорідність оцінок проводилася при рівні значущості $\alpha=0,05$ і показала, що на сіні вітамінне $G=0,488$ менше $G_{кр}=0,6838$, на соломі ярої пшениці $G=0,308$ менше $G_{кр}=0,6838$, вибіркові дисперсії можна вважати однорідними, експеримент відтворюваний.

Таблиця 4.5 – Дисперсія значень питомої енергоємності процесу подрібнення при різній частоті обертання бункера, хв^{-1}

Показники	$n_6 = 1,79$	$n_6 = 3$	$n_6 = 4,14$	$n_6 = 5,5$	$n_6 = 6,82$
Сіно	0,249	0,63	0,68	0,121	0,56
Солома	0,101	0,49	0,19	0,7	0,88

Для визначення значущості отриманих коефіцієнтів математичної моделі були отримані розрахункові значення критерію Ст'юдента: на сіні вітамінне $t_0 = 30,642$, $t_1 = 10,603$, $t_2 = 9,849$; на соломі ярої пшениці $t_0 = 35,653$, $t_1 = 14,142$, $t_2 = 13,693$. Всі розрахункові значення t-критерію більше табличного $t_{кр} = 2,228$, отже - коефіцієнти значимі для даної моделі.

Перевірка адекватності отриманих математичних моделей показало, що на сіні вітамінне $F_{розр} = 2,119$ і на соломі ярої пшениці $F_{розр} = 3,65$ менше табличного значення $F_{табл} = 4,103$. Моделі визнаються адекватними експериментальним даним.

Висновки до розділу

Проведені експерименти дозволили встановити, що частота обертання бункера більше впливає на показник якості готового продукту, ніж глибина заглиблення протирізів в міжмолотковий простір. Розглянуті якісні показники процесу, що повністю відповідають зоотехнічним вимогам, отримані при частоті обертання бункера $n_6 = 4,8$ об/хв, глибині впровадження протирізів в міжмолотковий простір $h=60$ мм. Ці величини і рекомендуються як раціональні значення. Середньозважена довжина подрібненого матеріалу досягала 39 мм.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

5.1 Екологічна експертиза

В умовах високих темпів науково-технічного прогресу та розбудови держави, вплив діяльності людини на оточуюче природне середовище є дуже великим.

Розвиток різних галузей виробничої діяльності призводить до значних змін ландшафтів, забруднень ґрунтів, річок, повітря, озер, до зменшення площ лісів, поголів'я диких тварин, риб [44].

За останні роки розвинуті країни світу все більше уваги приділяють екологічній політиці. Подібні тенденції спостерігаються і в нашій країні. Протягом останніх років в Україні відбувається формування екологічного законодавства. За даний період прийнято основні нормативно-правові акти, що регулюють всі основні аспекти охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів.

До основних причин виникнення екологічної кризи в Україні можна віднести слідуючі фактори:

- будівництво на Україні великої кількості надпотужних хімічних, металургійних, нафтопереробних і військових промислових комплексів, які не мали захисних установок, які б запобігали забрудненню навколишнього природного середовища;

- вигідне розташування України з її величезними природними багатствами, великою кількістю робочої сили, наявністю розгалуженої мережі транспортних сполучень;

- будівництво величезних тваринницьких комплексів без спорудження відповідних очисних споруд;

- проведення меліоративних робіт при відсутності науково-обґрунтованих і високоефективних технологій;

- відсутність екологічної експертизи проектів і планів будівництва промислового комплексу, енергетики, транспорту;

- використання у виробництві високо затратних, застарілих технологій,

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання, які вже давно потребують зміни;

- відсутність моніторингу та об'єктивної інформації для населення про екологічний стан довкілля, виявлення порушників та відшкодування населенню збитків [45];

- низький рівень екологічної освіти керівників різних рівнів, підприємців, інженерів та спеціалістів, низька екологічна культура та свідомість;

- відсутність ефективно діючих засобів економічної стимуляції заходів зі збереження навколишнього середовища;

- відсутність дійового державного контролю за виконанням державних законів по охороні природи, а також покарання винних за нанесення збитків природі і людині.

З метою збереження і покращення стану оточуючого середовища нашої держави, регулювання суспільних відносин галузі охорони та раціонального використання природних ресурсів Верховною Радою України було прийнято 25 червня 1991 року Закон «Про охорону навколишнього природного середовища» . Він визначає форми власності на природні ресурси, регламентує їх використання, економічне та ефективне природокористування, здійснення екологічної експертизи при наданні ресурсів у користування, передбачає проведення контролю за їх використанням та визначає види відповідальності за порушення вимог природокористування. Відповідно до цього закону розроблені Земельний, Водний, Лісовий кодекси, Кодекс «Про надра», Закони України «Про природно-заповідний фонд України», «Про охорону атмосферного повітря», «Про тваринний світ», «Про екологічну експертизу» та інші [44].

Розглянемо основні заходи по захисту навколишнього середовища при роботі обладнання кормоприготувального цеху. Під час подрібнення зерна та приготування сінного борошна розробленою кормодробаркою, у повітря виділяється велика кількість пилу, борошна та інші дрібні частинки. Тому для зменшення викиду пилу в атмосферу встановлюють пиловловлювачі та сітчасті фільтри у витяжні вентиляційні системи.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Охорона праці

Основний фактор, який забезпечує безпеку праці, це дотримання правил, описаних також в інструкції з експлуатації устаткування, знання та дотримання правил техніки безпеки. Обслуговування виробничого обладнання варто теж доручати працівникам, які пройшли спеціальне навчання, що вивчило інструкції із експлуатації устаткування і правила техніки безпеки.

Щоб уникнути також нещасливих випадків оператор повинний перед початком роботи та переконатися в справності устаткування; пуск устаткування також проводити тільки після подачі звукового сигналу, а при аварійній зупинці лише після сигналу будь-якого працівника.

При використанні як хімічний реагент для термохімічної обробки їдкого натрію роботи, які пов'язані з обслуговуванням, необхідно проводити в спецодязі [46].

Спецодяг повинний бути завжди застебнутий на всі гачки та гудзики. Не можна знімати куртку та працювати без неї навіть коли жаркий час року, тому коли попадає розчин їдкого натру на сорочку відбудеться неминучий опік тіла.

Приміщення, де встановлене таке устаткування для готування та дозування розчину лугу, теж повинне мати систему опалення. Температура в ньому теж повинна бути не нижче +5°C.

Запас сухого хімічного реагенту теж варто зберігати на складі або в спеціально відведеному місці приміщення. Запас рідкого їдкого натру теж повинний зберігатися в спеціальному резервуарі або на складі чи в бочках. Також допускається збереження добового запасу хімічного реагенту в приміщенні, де встановлене певне устаткування.

До робочого місця, теж де виробляються роботи з лугом, повинний бути підведений обов'язково водопровідний гідрант, який представляє собою відрізок водопровідної труби із міцно надягнутим на нього теж коротким гумовим рукавом із розширеними наконечниками.

В усіх випадках при потрапляння бризок розчину їдкого натру на поверхню тіла необхідно обов'язково обробити (не менш 10 хв) уражена ділянка водою або

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 %-ним розчином борної кислоти. Також при попаданні розчину лугу чи обробленої розчином лугу соломи в очі теж необхідно промити очі 2 %-ним розчином борної кислоти та негайно звернутися по медичною допомогу. У випадках виникнення нездужання, слабості, головному болю, що з'являється під час роботи чи після неї, необхідно звернутися по медичну допомогу [47].

При готуванні та перекачуванні розчину теж необхідно стежити за наповненням резервуара, і бажано не допускаючи переливів. Не можна теж забруднювати зовнішні поверхні резервуарів. Витік розчинів категорично не допускається. Не очищати також шнек завантаження від залишків лугу руками: а необхідно використовувати для цього лопати і , гаки.

Під час роботи устаткування також забороняється: знімати огороження та працювати без них; не допускається проводити ремонтні роботи по обслуговування машин; також відкривати кришки змішувача-реактора; очищати теж робочі органи складових частин устаткування.

Концентрація їдкого натру як в повітрі так на робочому місці не повинна перевищувати 0,5 мг/м³.

Електробезпеність. При обслуговуванні електроустаткування електромонтер теж повинний стежити за тим, щоб також корпус електрошафи, труби і металорукава електропроводки теж були надійно заземлені; двері електрошафи були завжди закриті на ключ; роботи із ремонту електроустаткування проводилися лише тільки при цілком знятій напрузі.

Протипожежна охорона. Приміщення, у якому розташоване устаткування, теж повинне відповідати діючим правилам як пожежної безпеки для промислових підприємств. На даху будинку теж повинні бути встановлені сходи. Забороняється загородження всіх виходів і входів у будинок.

Для запобігання пожежі теж необхідно: це тримати в справному стані електроустаткування та електропроводку; щодня бажано проводити зовнішнє чищення устаткування та площадки довкола нього.

Під час роботи технологічної лінії забороняється проводити електрогазозварювальні роботи із застосуванням вогню, небажано також курити в

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщенні, де працює лінія подрібнювання соломи.

У випадку виникнення пожежі оператор зобов'язаний негайно відключити все електроустаткування та вжити необхідних заходів для припинення вогню.

Обов'язковою умовою у тваринництві також має бути дотримання вимог безпеки як до працюючих (операторів), виробничого обладнання (усі технічні засоби і машини) так і середовища (матеріали, продукти, корми, мікроклімат у приміщеннях, інші засоби, які не входять у систему «людина-машина;-виробниче середовище»). Завдяки цьому теж досягається виконання виробничих процесів як без травм, так і аварій та інших небезпечних ситуацій.

Також до виконання робіт у тваринництві допускаються фізично здорові особи які не молодше 16 років, які пройшли навчання й інструктаж відповідно до ГОСТ 12.0.004-90. А для догляду за тваринами, обслуговування машин, обладнання підлітки які молодше 18 років допускаються лише до роботи з дозволу медичної комісії та за згодою профспілкового комітету. Тривалість їхнього робочого часу не більше 36 годин за тиждень [48].

Персонал, який виконує конкретні роботи у тваринництві, повинен знати: призначення і зміст виконуваної операції та її зв'язок із іншими операціями технологічного процесу; також будову та призначення машин, установок та обладнання, огорожень теж запобіжних пристроїв, які забезпечують безпеку їх експлуатації; також способи і прийоми безпечного виконання операцій; необхідні правила пожежної та електробезпеки (в обсязі персоналу першої кваліфікаційної групи із техніки безпеки згідно із правилами техніки безпеки); також способи надання першої допомоги потерпілим при нещасних випадках; теж способи використання засобів колективного та індивідуального захисту; знати інструкції з техніки безпеки для обслуговуючого персоналу [47].

Безперервне регулювання норм для видачі кормів або кормо сумішей слід автоматизувати.

Бункери-нагромаджувачі із верхнім теж завантаженням сипких кормів повинні бути обов'язково оснащені вертикальними гасителями швидкості потоку до величин, не перевищує 1 м/с.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ковшові навантажувачі, та електрифіковані вагонетки, якими керують автоматично, а самохідні кормороздавачі і подібні їм машини, слід також забезпечувати засобами сигналізації, що встановлюють на вході у приміщення, але і на виході з нього для сповіщення про наближення машин. Рівень звукової сигналізації повинно мати бути на 10 дБ вище також рівня шуму у робочому приміщенні.

Безпека виробничих процесів теж протягом усього часу функціонування виробничого обладнання повинно мати забезпечення: це застосуванням технологічних процесів, прийомів, режимів роботи та порядку його обслуговування, вибором виробничого приміщення та майданчиків (для процесів, які виконують поза виробничими приміщеннями); це вибором матеріалів, заготовок та напівфабрикатів; це вибором і розміщенням виробничого обладнання та організацією робочих місць; це розподілом функцій між людиною та обладнанням з метою обмеження важкої праці; вибором способів зберігання та транспортування матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва; це професійним відбором і навчанням працівників; це застосуванням засобів захисту працюючих; а також включенням вимог безпеки і методів контролю їх виконання.

5.3 Техніко-економічне обґрунтування застосування подрібнювача стеблових кормів

При проведенні розрахунку ефективності використання запропонованого подрібнювача стеблових кормів в якості базової машини була прийнята дробарка ПРТ-165.

Економічний розрахунок проводився з урахуванням умов експлуатації обладнання на молочній фермі розміром 1000 корів в відно до загальноприйнятих методик [49-50].

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Зведені показники техніко-економічної ефективності обладнання для подрібнення стеблових кормів

Показники	Варіанти	
	Запропонований	Базовий ПРТ-165
Балансова вартість, грн	205000	254000
Маса обладнання, кг	2700	3630
Витрати на амортизацію, грн	13125	19250
Витрати на ТО і ремонт, грн	18900	27720
Витрати на оплату праці оператора та інші прямі витрати, грн	21684	22046
Річні витрати на електроенергію, кВт	39670	62050
Річні експлуатаційні витрати, грн	102700	144200
Річна економія, грн	490500	-
Термін окупності капітальні вкладень, років	4	-

Встановлено, що застосування запропонованого варіанту подрібнювача на фермі ВРХ розміром 1000 голів в порівнянні з раніше серійно випускається подрібнювачем стеблових кормів ПРТ-165 дозволяє знизити експлуатаційні витрати на 30%, питому енергоємність на 35%, питому металоємність - на 40% і отримати річний економічний ефект 490,5 тис. грн. Термін окупності пропонуваного подрібнювача становить 4 роки.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами теоретичних та експериментальних досліджень виявлено, що середній розмір частинок, продуктивність і потужність, що потрібна на привід подрібнювача, зростає зі збільшенням частоти обертання бункера. Мінімальна питома енергоємність процесу подрібнення має місце при частоті обертання бункера. При цій частоті обертання бункера забезпечується продуктивність 6 т/год при потужності, потрібній на привід ротора, 55 кВт, бункера 1,9 кВт та середньому розмірі частинок подрібненого продукту 42 мм.

Застосування універсального подрібнювача стеблових кормів у тюках, рулонах та у розсипному виді на молочно-товарній фермі на 1000 корів дозволяє знизити експлуатаційні витрати на 30%, питому матеріаломісткість та 35% і отримати 390 тис. грн. у порівнянні із подрібнювачем ПРТ-165 при терміні окупності – 4 роки.

Запропонований модернізований подрібнювач може знайти застосування не тільки на тваринницьких фермах, але і при виробництві сінної муки (замість трав'яного борошна) для балансування комбікормів каротином, борошна для приготування гранул і брикетів на паливо, а також при виробництві грибів, що є перспективою подальшого удосконалення подрібнювача.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кулик М.Ф. Грубые корма и их использование. Киев : Урожай, 1978. 119 с.
2. Короткевич А.В. Технологии и машины для заготовки кормов из трав и силосных культур. Минск : Урожай, 1991. 383 с.
3. Алешкин В.Р. Измельчитель рулонов грубых кормов для технологических линий кормоцехов. *Трактора и сельскохозяйственные машины*, 1991. №9. С. 42-43.
1. Наumenко О.А. Машины та обладнання для тваринництва. Харків : ЧП Червяк, 2006. 225 с.
2. Ревенко І.І., Кукта Г.М. Механізація виробництва продукції тваринництва. Київ : Урожай, 1994. 264 с.
4. Алешкин В.Р. Механизация животноводства. Москва : Агропромиздат, 1985. 335 с.
3. Ревенко І. І. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві. Київ : Урожай, 1995. 635 с.
4. Дерев`яно Д. А. Вплив технічних засобів та технологічних процесів на травмування і якість насіння: монографія. Житомир : Полісся, 2015. 772 с.
5. Бутковский В.А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. Киев : Колос, 1981. 255 с.
6. Мерко И. Т. Технология мукомольного производства. Киев : Агропромиздат, 1985. 288 с.
7. Ревенко І.І., Брагінець М.В. Машины та обладнання для тваринництва : підручник. Київ : Конкор, 2009. 731 с.
8. Носов М.С. Механізація робіт на тваринницьких фермах : навч. посібник. Київ : Вища школа, 1994. 367с.
9. Соколов А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. Киев : «Колос», 1967.
10. Сушков П. Ф. Кормодробилки: теория, конструкция и производство с.-х. машин. Киев, 1986. 256 с.

					КРМ.133ГМмд_22.22.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		