

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інженерно-технологічний**  
**Кафедра Технології і засоби механізації аграрного виробництва**

Пояснювальна записка

«Удосконалення потоково-технологічної лінії приготування кормів на молочній фермі»

Виконав: здобувач  
Фастівець Павло Сергійович,  
Керівник: Велит І.А.

Полтава – 2021 року

## ВСТУП

В сучасних умовах характерна особливість розвитку тваринництва - багатоукладність сільського господарства і виробництво продукції тваринництва в підприємствах різних форм власності. Комплексна механізація виробничих процесів в тваринництві, впровадження прогресивних технологій виробництва продукції тваринництва є найважливішими умовами його подальшого розвитку, підвищення продуктивності праці і якості отриманої продукції, а також зниження собівартості.

**Актуальність теми.** Оптимізація систем машин та обладнання заданих технологій утримання тварин, удосконалення і створення прогресивного енерго-та ресурсозберігаючого обладнання.

**Мета** даної роботи у виборі обладнання в процесу приготування кормів на тваринницькій фермі по виробництву молока з використанням плющилки зерна, підвищення обсягу виробництва молока.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно, вирішити, слідує **завдання**:

- розрахувати потоково-технологічну лінію приготування кормів молочної ферми;
- обґрунтувати необхідними розрахунками застосування зерноплющилки;
- проаналізувати показники якості і технологічні параметри агрегату для плющення зерна в лінії приготування кормів;
- проаналізувати екологічний стан молочної ферми, надати пропозиції щодо покращення стану охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях;
- дати техніко-економічне обґрунтування впровадження агрегату для плющення зерна.

**Об'єктом дослідження** є технологічні процеси і технічні засоби приготування кормових сумішей на молоднякній фермі.

**Предмет дослідження** – закономірності, умови і режими здійснення технологічного процесу приготування кормів робочими органами технічних засобів, плющення зерна за допомогою агрегату для плющення зерна.

**Методи дослідження** – метод узагальнення матеріалів літературних джерел, проектування потоково-технологічних ліній приготування кормів на молочній фермі, аналіз і вибір обладнання для забезпечення комплексної механізації ферми, метод дослідження вологості зерна на вихід продукту плющення, метод дослідження показників якості та енерговитрат обладнання для плющення зерна, дослідження раціональних конструктивних і режимних параметрів агрегату для плющення зерна, метод оцінки показників якості роботи плющилки, колориметричний метод визначення якості молока.

**Теоретична та практична значущість** в уточненні класифікації агрегатів для плющення зерна, що дозволяють визначити перспективні напрями вдосконалення конструктивно-технологічних схем машин і їх робочих органів, що забезпечують приготування високоякісних кормів на молочній фермі; для оцінки ефективності нового обладнання в технологічних лініях виробництва кормової суміші з використанням агрегату для плющення зерна, а також оцінки показників якості роботи, зерноплющилка має продуктивність до 3 т/год зерна і більше, працює на всіх видах зернових і бобових культур, не вимагає додаткового очищення зерна після комбайна, потужність від 1,5 до 12 кВт, при продуктивності 1200 кг/год. Якщо діаметр пилу 0,25 мм, вологість 14-15%, для пшениці – 2,77%, для овса – 2,9%. Це менше в 4 рази, ніж обробці зерна на агрегаті, який використовується в кормоцеху. .

# 1 СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 1.1 Подрібнювачі зерна для приготування кормів на молочних фермах

Розробки та вдосконалення окремих технічних засобів з роздавання кормів

Відновлення виробництва продукції в умовах ринку, конкурентної боротьби та необхідності протистояння імпорту продуктів має здійснюватися на якісно новому технологічному та технічному рівнях, що забезпечують більш повну реалізацію

Генетичного потенціалу тварин, раціональне використання кормів, робочого часу, енергоресурсів, основних фондів, отримання

Високоякісних, екологічно чистих конкурентів продуктів. Не можна відновлювати виробництво продукції за параметрами з відставанням

Від західних стандартів з трудомісткості в 15...20 разів, енергоємності в 2,5...3,5, витрат кормів у 2.5...3 та продуктивності в 2.. 4 рази.

У справі розвитку агропромислового комплексу, зокрема відновлення виробництва молока, значне місце має відводитися

Використанню досягнень науки і техніки .

Необхідно відзначити, що зусилля науково-дослідних інститутів, конструкторських бюро, вузів, що мають науковий потенціал та Експериментально-виробничу базу, не дозволяють досягти належних комплексних результатів, насамперед через кризову ситуацію, в якій виявилася країна, АПК, у тому числі вітчизняна агроінженерна наука.

Через відсутність коштів на розробку, виготовлення дослідних зразків нової техніки затягнулися терміни створення пріоритетних машин та обладнання. Відсутність експериментальних об'єктів, що не дозволяє відпрацьовувати нові технології, накопичувати матеріали для подальшого розвитку теоретичних основ, удосконалення механізованих процесів, автоматизації, уточнення форм організації праці та управління виробництвом.

Для відновлення поголів'я та збільшення виробництва продукції свинарства пріоритетним напрямом має бути забезпечення

Тваринництва повноцінними кормами (комбікормами), у тому числі власного виробництва, розробка науково обґрунтованих пропозицій, щодо реконструкції та технічного переоснащення діючих об'єктів.

Створення міцної кормової бази та реконструкція свинарських підприємств - це два основних напрями відродження виробництва продукції.

При реконструкції свинарських підприємств необхідно застосовувати технології та технічні засоби підвищеної надійності, що відрізняються універсальністю та забезпечують необхідну якість виконання технологічних процесів.

При збільшенні продуктивності тварини витрати обмінної енергії на синтез тваринницької продукції знижуються. Балансування раціонів забезпечується введенням спеціальних комбікормів і преміксів, що усувають дефіцит елементів живлення в кормах власного виробництва [4].

При зниженні норми годування на 10-20% середньодобові прирости зменшуються на 100-200 г / добу. При перегодовування в тілі Тварини зменшується вага м'язової і кісткової тканини і збільшується жирова, що не користується попитом. [5]. Годування корів Здійснюється сухими, вологими і рідкими кормами, кожен з яких має переваги та недоліки [6].

Сухий корм, роздають стаціонарними або мобільними кормороздавачами. При цьому втрати становлять 4-30%. При втраті 10% корму чистий дохід знижується до 35% [7].

Розробці наукових основ технологічних процесів виробництва і використання кормів, проектування оптимальної структури і складу технологічних комплексів і внутрішньогосподарських підприємств присвячені роботи окремих вчених Артюшина А.А., Кормановського

Л.П., Кроппа Л.І., Кукти Г.М. та інших.

Частина робіт присвячена обґрунтуванню вдосконалення конструкцій і параметрів робочих органів обладнання, виходячи з умов мінімальної енергоємності. Багато з цих робіт стали основою створення серійних машин. Ці машини широкого застосування не отримали. Це пояснюється їх спеціалізацією певних умов застосування, неповному завантаженні при застосуванні в більшості ферм.

У дослідженні процесів приготування кормів в розробку теоретичних основ проектування технологічних ліній, машин і обладнання

Кормоцехів стаціонарного типу і в підвищенні ефективності їх функціонування великий внесок внесли: В.С. Краснов, В.І. Сироватка, Г.М. Кукта. Науковці розробили основи методики технологічного розрахунку ліній приготування кормосумішей, обґрунтували типорозмірний

Ряд кормоцехів для ферм великої рогатої худоби та свинарських ферм, досліджували робочий процес і обґрунтували параметри

Технічних засобів в кормоцехах, фізико-механічні властивості кормів трав'яного борошна, подрібненої соломи і буряка; досліджували

Процес змішування кормів в змішувачах періодичної і безперервної дії. З їх участю створені комплекти обладнання для кормоприготувальних цехів.

Питаннями розробки та вдосконалення окремих технічних засобів з приготування і роздачі кормів займалися дослідники (А.І.Завражнов,

Є.І. Резник, Н.П. Тішанін, та інші).

Аналіз бункерних роздавачів корму для свиней показує, що всі вони мають бункер, встановлений на самохідному візку; робочий орган

Для подачі корму в дозуючий орган об'ємного типу; привід механізмів роздавача. Бункер таких машин виконаний у вигляді

Багатогранника. Форма бункера взаємопов'язана з конструкцією органу для подачі корму в дозатор.

В роботі [11] були проведені дослідження роботи вивантажувальних шнеків кормороздавача ксп-0,8. Було встановлено, що чисельне

Значення подачі вологого корму шнеком залежить від стовпа корму в бункері і вологості кормової суміші. При збільшенні вологості

Кормової суміші з 70 до 80% при постійній висоті стовпа корму в бункері подача вивантажувальними шнеками зростала в 1,5 рази. Ці

Дослідження приємні для роздавачів, забезпечених шнековими дозуючими органами.

У роботі [12] вивчалось стікання матеріалів з бункерів. Основними питаннями, що вивчаються в цих роботах було визначення

Оптимальних розмірів випускних отворів і форми бункерів для стабільного виділення з них матеріалів, а також характеру руху сипучих

Матеріалів, особливо під час вивантаження погано сипких і зв'язкових матеріалів, що виникають при витіканні з бункерів. Було виявлено,

Що між швидкістю витікання і гідравлічним радіусом отворів існує нелінійна залежність.

На тваринницьких фермах економічно не вигідно використовувати великовантажні машини [1, 2, 3], збільшуються амортизаційні відрахування на амортизацію, обмежується розмірами і планувальними рішеннями приміщень.

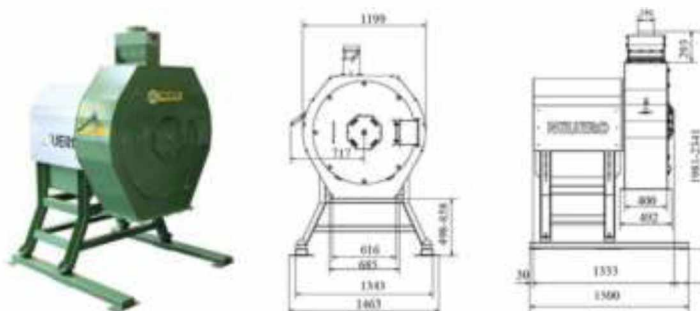
Проведено аналіз обладнання, приведено виробники, що виготовляють обладнання для подрібнення зерна (рис.1.3).



### Рисунок 1.3 – Молоткова дробарка RVO 853

Обладнання має потужність електродвигун 22 кВт і продуктивність більше 5 т / год. На обладнання можна якісно дрібнити зернові компоненти шрот, пелет, горох.

Молоткова зернодробарка RVO 1045 (рис.1.4) виготовляється в Німеччині, характеризуються простотою конструкції і надійністю. Відноситься до серії високопродуктивних дробарок зерна.



### Рисунок 1.4. – Молоткова зернодробарка RVO 1045

На дробарці низькі витрати електроенергії і висока продуктивністю. В таблиці 1.4 приведені технічні характеристики дробарок.

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики дробарок типу RVO

Тип	RVO 1045	RVO 1055	RVO 1075
Потужність приводу	45 кВт	55 кВт	75 кВт
Вага дробарки	870 кг	1070 кг	1200 кг
Кількість молотків, шт	156	156	156
Рівень шуму	85 дБА	85 дБА	85 дБА

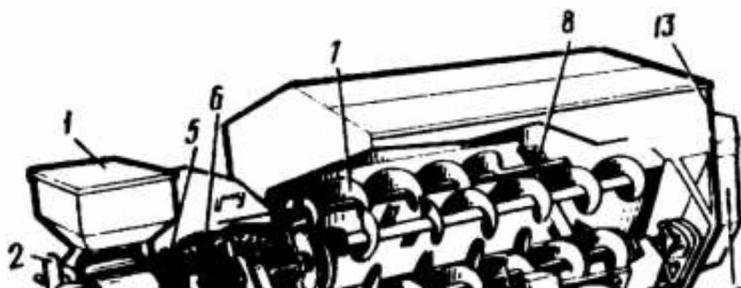
Науковими дослідженнями і практичним досвідом встановлено, що концентровані корми, додані в раціон тварин, більш ефективно згодувати у вигляді вологого плющення зерна. При зволоженні зерна за 12-24 годин до переробки засипають в ємність, заливають гарячою водою в кількості 10-20% від початкової маси і періодично перемішують.

## 1.2. Мобільні універсальні роздавачі-змішувачі з агрегатом для плющення зерна

У молочному скотарстві проблему механізації приготування і роздачі кормів на молочних фермах на даний час вирішують переважно за допомогою мобільних роздавач-змішувачів: причіпний РСП-10 і автомобільний АРС-10. Вони призначені для прийомів певної порції попередньо подрібнених кормових компонентів раціону, їх змішування, транспортування і видачі готової кормосуміші в годівниці.

Роздавач-змішувач АРСТ-10 уніфікований на 80% з РСП-10 і відрізняється від нього тим що змонтований на шасі автомобіля ЗИЛ-130Г. Для нормальної роботи цих машин необхідно, щоб не менше 70 % маси корму становили частки довжиною до 30 мм (силос, сінаж) або до 50 мм (солома). Основним недоліком зазначених роздавачів-змішувачів стосовно до обслуговування молочних невеликих ферм є їхня велика ємність (10 м<sup>3</sup>). Для одного годування 50-100 корів потрібно маси корму не більше 1000-2000 кг, тому доцільно використовувати для невеликих ферм роздавачі-змішувачі меншої місткості, наприклад, на 4-7,5 м<sup>3</sup>. Причому для приготування кормосумішей із заданим співвідношенням вихідних компонентів багато моделей роздавачів-змішувачів оснащуються ваговимірвальним пристроєм електронного типу. Найрозповсюджена за кордоном конструкція кормороздавача для середніх ферм - причіпний змішувач-роздавач [11]. Типові «Кормоцехи на колесах» для середніх ферм розроблені австралійською фірмою Dalgety / моделі 600-604 /. Основу агрегату (рис. 1.4) становить рама з горизонтально укріпленим на ній чотирьохшнековим бункером - змішувачем об'ємом 4,75 м<sup>3</sup>. Перед ним встановлені молоткова дробарка сіна і качанів кукурудзи зі змінними решетами і плющилка зерна, забезпечена регулятором зазору.

За кінців валів у бункері для змішування встановлені лопаті зі зворотною навивкою, що запобігає ущільненню маси у торцевих стінок бункера. Вивантажувальний патрубок розташований позаду бункера (по ходу справа).



1 – зерновий бункер; 2 – плющилка; 3 – шнек подачі плющеного зерна;  
4 – патрубок для подачі в змішувач компонентів, які не потребують переробки;  
5 – ротор молоткової дробарки; 6 – з'ємне решето; 7 – шнеки змішувального бункера; 8 – лопаті шнека зі зворотною навивкою; 9 – привід робочих органів;  
10 – рама; 11 – шасі; 12 – шафа ланцюгових передач з ванною для технічного масла; 13 – бункер; 14 – вивантажувальне вікно

Рисунок 1.4 – Кормоприготувальний агрегат «Mammoth Mill-N-Mix (Австралія)

Тут же передбачений конусоподібний бункер для концентратів мікродобавок, які вводяться в змішувач в останню чергу, після завершення процесів подрібнення, плющення і завантаження основних компонентів.

Валкова плющилка на рамі агрегату встановлюється на моделях 603 і 604. Продуктивність при плющенні зерна пшениці, ячменю і вівса становить відповідно 9,07; 4,53 і 2,72 т/год. Моделі 602 і 604 обладнаються молотковою дробаркою з клинопасовим приводом, завантажувальним патрубком шириною 470 мм, подрібнюючим ротором шириною 440 мм з 63 молотками. У дробильній камері передбачена установка з'ємних решіт з отворами діаметром від 3,175 до 38мм. Продуктивність дробарки при подрібненні тюкового сіна 1,2-2,3 т/год, качанів кукурудзи - 7,8-14,4 т/год. Потрібна потужність на привід робочих органів - 44,2-51,5 кВт. Змішування в бункері відбувається одночасно з подрібненням.

У самохідних мобільних комбікормових агрегатах серії ММХ фірми Тторрег Австрія є дробарка з 64 молотками. Продуктивність до 20 т/год [12].



Рисунок 1.6 – Завод на колесах МКЗ-3214

Агрегат Tourmix фірми Buschhoff (Німеччина). Має привід від 6-циліндрованого двигуна Mercedes Benz потужністю 260 кВт. (рис. 1.7).

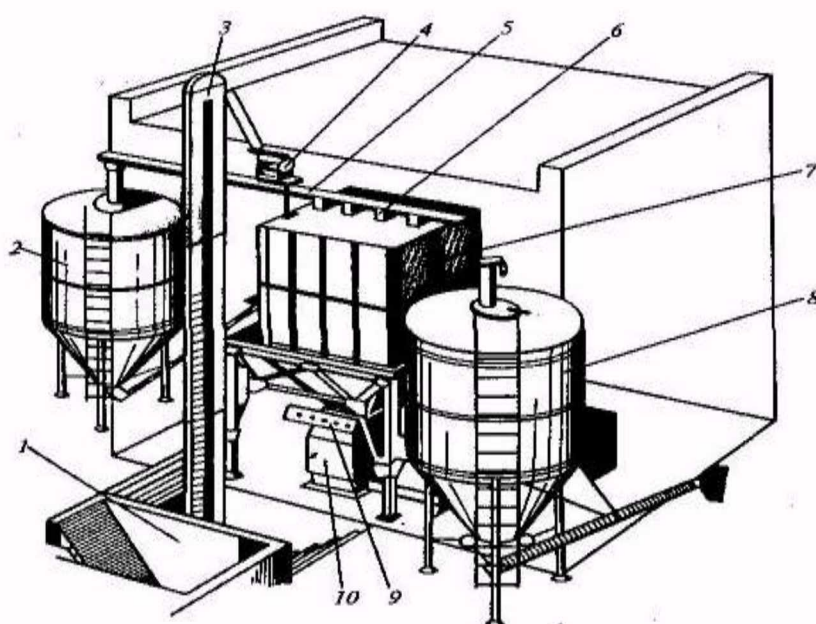


Рисунок 1.7 – Завод Tourmix фірми Buschhoff (Німеччина)

Ваговий змішувач має місткість 4 – 6 т. Після вивантаження з дробарки або зерноплющилки надходять потрібні компоненти комбікорму. Процес зважування здійснюється за допомогою електронного вагового пристрою Lurus. Процес змішування порцій вагою від 4 до 6 тон відбувається за п'ять хвилин. Передбачено також безперебійне вивантаження кормосуміші за допомогою шнека.

**1.2 Універсальне обладнання для приготування комбікормів з використанням зернодробарок**

Пристрій установки УМК-Ф-2 показано на рисунку 1.7. Білково-вітамінно-мінеральні добавки вивантажувальним шнеком бункера-нагромаджувача подають у першу секцію дозаторного бункера, інші компоненти з накопичувальних бункерів розподіляють в інші секції [9,10]. Вихідні компоненти дозуючими шнеками через канал знімної кришки подаються в камеру, де зерноsumіш подрібнюється ротором дробарки й через отвори кільцевого решета надходить на горизонтальний шнек і далі вертикальним шнеком подається в бункер готової продукції.



1 – прийомна ємність; 2 – бункер білково-вітамінних добавок; 3 – норія;  
4 – сепаратор з магнітним стовпчиком; 5 – розподільний транспортер; 6 – засувка з приводом; 7 – дозаторний бункер; 8 – бункер готової продукції; 9 – дробарка; 10 – дозатор

Рисунок 1.7 – Установка комбикормова малогабаритна УМК-Ф-2

Якщо відповідно до рецепту в складі комбикорму є компоненти, що не вимагають здрібнювання, то вони за допомогою перекидних заслінок направляються прямо на горизонтальний шнек, минаючи камеру здрібнювання. У процесі транспортування горизонтальними та вертикальними шнеками компоненти перемішуються, і готова суміш подається на

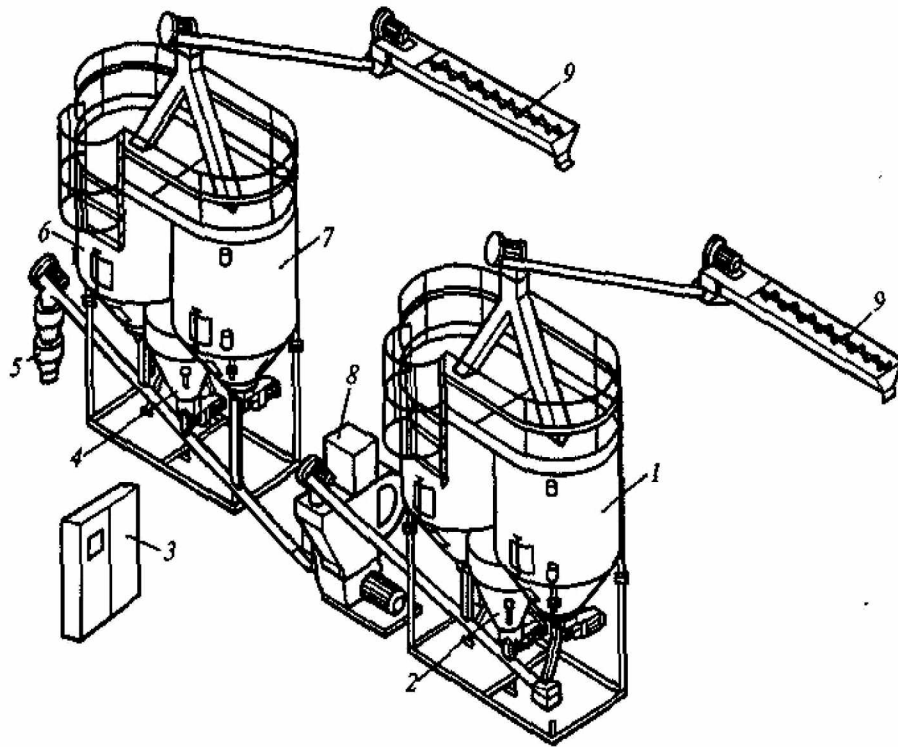
вивантаження. Після заданого числа циклів вивантаження дробарка автоматично відключається.

Установку УМК-Ф-2 можна використовувати у складі комбікормового цеху. При експлуатації УМК-Ф-2: продуктивністю й надійністю вона вигідно відрізняється від інших машин; крім того, компактна, економічна, дозволяє регулювати навантаження, запобігає можливості поломки. Комбікормові агрегати «Харків'янка» та УМК застосовуються на молочних фермах (до 1200 голів).

Комбікормовий агрегат КА-4 продуктивністю 4 т/год складається із шести бункерів для різних компонентів, дозаторів, збірної конвеєра, дробарки і механізму вивантаження. Компоненти подаються в бункери автомобільним завантажником ЗСК-10, після чого дозаторами встановлюють необхідну кількість кожного компонента суміші. Далі компоненти надходять на збірний конвеєр, що подає їх у дробарку ДР-Ф-4. Через тарілчастий дозатор ДТК на конвеєр надходять також мікродобавки. Змішування відбувається одночасно зі здрібнюванням. Готова кормова суміш подається механізмом вивантаження в бункер завантажувача ЗСК-10.

Малогабаритний комплект комбікормового обладнання для приготування розсипних комбікормів і кормосумішей в умовах ферми продуктивністю 2-5 т/год випускається в трьох модифікаціях: К-Н-5, К-Н-5-1 та К-Н-5-2.

Принцип дозування кормів – об'ємний, принцип змішування – безперервний. Базовий комплект комбікормового обладнання К-Н-5 показаний на рисунку 1.8. У модифікації К-Н-5-1 встановлений додатковий блок дозування трав'яного борошна й бункер (дозатор преміксів). У модифікації К-Н-5-2 передбачений блок готової продукції, що складається з норії та бункера. Усі модифікації мають дробарку 8, змішувач 5, встановлений на випускному патрубку вивантажувального шнека дробарки. Блок дозування обладнаний електромеханічними дозаторами верхнього і нижнього рівня, оглядовими люками й огороженням.



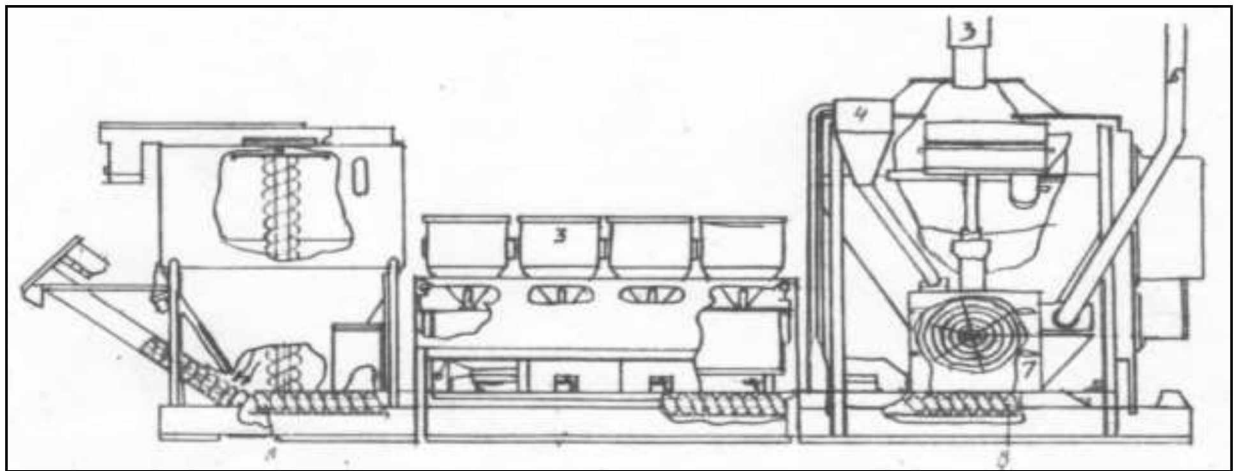
1, 6, 7 – блоки дозування; 2 – бункер-дозатор; 3 – пульт керування 4 – змішувач-дозатор; 5 – змішувач; 8 – дробарка ДБ-5-1; 9 – живильник концентрованих кормів ПК-6А

Рисунок 1.8 – Комплект комбінованого обладнання К-Н-5

Здрібнені зернові компоненти, трав'яне борошно, премікси й збагачувальні добавки змішуються вивантажувальним шнеком дробарки і змішувачем 5. Готовий комбікорм у перших двох модифікаціях вивантажується в транспортний засіб, а в третій від норії подається в похилий бункер готової продукції.

В господарства також застосовують установки УМЗ-1 (рис.1.9) Установка для мікронізації зерна, показана на рис.1.9.





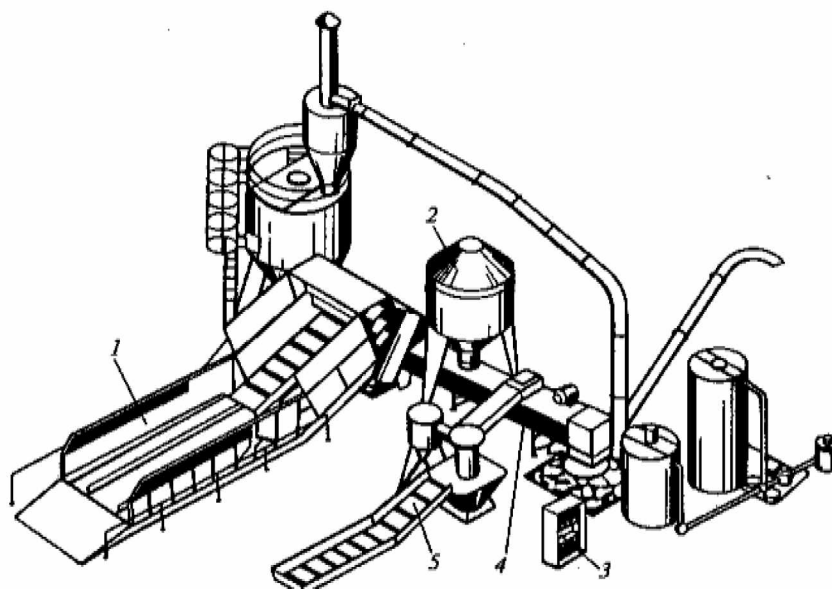
Для приготування комбінованих сумішей застосовують агрегат SFM.

Рисунок 1.10 –Агрегат з прог рамним керуванням

Комплект обладнання кормоцеху КОРК-5 (рис.1.11) призначений для приготування багатокомпонентних розсипних кормових сумішей на молочних фермах з поголів'ям 200 корів. Він може застосовуватися на малих відгодівельних фермах великої рогатої худоби (до 100 гол.). Комплект основного виконання (рис. 11) містить у собі три основні лінії 1, 2 і 5. У склад кормоцеху входить живильник-дозатор стеблових кормів ПДК-Ф-3,2, бункер-дозатор соломи КОРК-15.55.00, транспортер кормів КОРК-15.70.02, бункер концентрованих кормів КОРК-15.04.15.000, збірний транспортер кормів ТС-40М, подрібнювач змішувач кормів ИСК-ЗА-1, пневмокидалка здрібнених грубих кормів і кормосуміші КОРК-15.04, циклон ЛОС.00.27.200, пневмотранспортер, лінія коренебульбоплодів і збагачувальних рідких добавок, електрошафа КОРК-5.01.05.

Солома в рулонах, тюках або розсипом самовивантажувальними транспортними засобами завантажується в живильник-дозатор, де попередньо подрібнюється, дозується і подається на збірний транспортер ТС-40М. Потім вона надходить у подрібнювач-змішувач кормів ИСК-ЗА-1, остаточно подрібнюється і з циклона пневмокидалкою подається в бункер-дозатор. У живильник-дозатор, що звільнився, завантажують силос або сінаж, а в бункер КОРК-15.04.15.000 автомобільним завантажником сухих кормів ЗСК-10А (або

аналогічним завантажником) – концентровані корми. Коренебульбоплоди із самовивантажувальних транспортних засобів завантажуються в прийомний бункер лінії коренебульбоплодів, звідки надходять у подрібнювач-мийку ИКМ-Ф-10.



1 – лінія стеблових кормів; 2 – бункер концентрованих кормів; 3 – шафа керування; 4 – збірний транспортер; 5 – лінія коренеплодів і збагачувальних добавок

Рисунок 1.11 – Комплект обладнання кормоцеху КОРК-5

Чисті здрібнені коренебульбоплоди надходять у бункер-дозатор лінії коренебульбоплодів і далі в подрібнювач-змішувач ИСК-ЗА-1 для змішування з іншими компонентами кормові суміші. Відповідно до раціону на збірний транспортер пошарово подаються (з попереднім дозуванням) подрібнена солома, силос або сінаж, концентровані корми і подрібнені коренебульбоплоди. Звідси компоненти кормові суміші направляються в подрібнювач-змішувач ИСК-ЗА-1, де додатково подрібнюються й остаточно змішуються. У подрібнювач-змішувач за необхідності вводять рідкі збагачувальні добавки. Готова кормові суміш пневмокидалкою

вивантажується в кормороздавачі або транспортні засоби. Обладнанням кормоцеху КОРК-5 керують із центрального пульта.

Існує комплект кормоцеху КОРК-5 з лінією сухого очищення коренебульбоплодів. Його конструкція трохи простіша, ніж в описаних раніше комплектах. Комплект можна монтувати в легких неопалюваних будинках-кормоцехах, якщо температура повітря не занадто низька і силос, коренебульбоплоди і готова кормові суміш не замерзають. При низькій температурі такий кормоцех можна опалювати електрокалориферами або теплогенераторами.

## 2 МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Вибір обладнання для потоково-технологічної лінії приготування кормів на молочній фермі

Для розрахунку потреби в кормах на молочній фермі за методикою Ревенка [14] визначаємо структуру стада. Відсоткове співвідношення та кількість голів зводимо у таблицю 2.1

Таблиця 2.1 – Структура стада молочної ферми

Групи тварин	%	Кількість голів
1. Корови всього	100	600
в т. ч. дійні	75	450
сухостійні	15	90
новотільні і глибиностільні	10	60
2. Нетелі (в корівнику)	10	60
3. Телята профілакторного віку	5	30
Всього	115	690

Приймаємо тип годівлі силосно-концентратно-коренеплодний.

Раціон годівлі оформляємо у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Добовий раціон годівлі, кг/голову

Вид корму	Групи тварин	
	Дійні і новотільні	Сухостільні і нетелі
Сіно	3	2
Солома	3	4
Силос, сінаж	20	15
Коренеплоди	16	12
Концкорми	4	2,5

Визначаємо добову і річну потребу в кормах.

Добову потребу в кормах визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{д.д.}} = m_1 q_1 + m_2 q_2 + \dots + m_n q_n, \quad (2.1)$$

$m_1, m_2, \dots, m_n$  – кількість тварин окремих вікових груп, гол;

$q_1, q_2, \dots, q_n$  – добова норма видачі іншого корму на голову згідно раціону, кг.

$$Q_{\text{доб.сіно}} = 510 \cdot 3 + 180 \cdot 2 = 13 \cdot 3 + 6 \cdot 2 = 1890, \text{ кг};$$

$$Q_{\text{доб.солома}} = 510 \cdot 3 + 180 \cdot 4 = 2250, \text{ кг};$$

$$Q_{\text{доб.силос}} = 510 \cdot 20 + 180 \cdot 15 = 3780, \text{ кг};$$

$$Q_{\text{доб.корен}} = 510 \cdot 16 + 180 \cdot 12 = 10320, \text{ кг};$$

$$Q_{\text{доб.конц}} = 510 \cdot 4 + 180 \cdot 2,5 = 2490, \text{ кг}.$$

Сумарна добова потреба кормів становить:

$$Q_{\text{сум}} = \sum Q_{\text{доб.і}} = Q_{\text{доб.сіно}} + Q_{\text{доб.солома}} + Q_{\text{доб.силос}} + Q_{\text{доб.корен}} + Q_{\text{доб.конц}}$$

$$Q_{\text{сум}} = 1890 + 2250 + 3780 + 10320 + 2490 = 20,7, \text{ т}.$$

Для розрахунку сховищ для кормів визначаємо їх річну потребу:

$$Q_{\text{р.сіно}} = Q_{\text{доб.сіно}} \cdot D_{\text{ст}} / 1000, \quad (2.2)$$

де  $D_{\text{ст}}$  – тривалість стійлового періоду, днів (приймаємо  $D_{\text{ст}} = 210$  днів);

$$Q_{\text{р.сіно}} = \frac{1890 \cdot 210}{1000} = 397, \text{ т},$$

$$Q_{\text{р.солома}} = \frac{2250 \cdot 210}{1000} = 472,5, \text{ т},$$

$$Q_{\text{р.силос}} = \frac{3780 \cdot 210}{1000} = 793,8, \text{ т},$$

$$Q_{\text{р.корен}} = \frac{10320 \cdot 210}{1000} = 2167,2, \text{ т}.$$

Концентровані корми використовують протягом року, визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{р.конц}} = \frac{2490 \cdot 365}{1000} = 909, \text{ т}.$$

Підбираємо сховища для кормів і визначаємо їх кількість.

$$n_{\text{сх}} = \frac{Q_{\text{р.сіно}}}{Q_{\text{техн}}}, \quad (2.3)$$

$$n_{\text{сх}} = \frac{1890}{2000} = 1, \text{ шт},$$

Для сіна приймаємо одне сховища на  $2000 \text{ м}^3$ .

$$n_{\text{сх}} = \frac{Q_{\text{р.солома}}}{Q_{\text{техн}}}, \quad (2.4)$$

$$n_{cx} = \frac{2250}{3000} = 1, шт.$$

Приймаємо для зберігання соломи одне сховищу на 3000м<sup>3</sup>.

Для зберігання силосу приймаємо сховище наземного типу на 4000м<sup>3</sup>.

$$n_{cx} = \frac{Q_{p.силос}}{Q_{техсилос}}, \quad (2.5)$$

$$n_{cx} = \frac{3750}{4000} = 1, шт.$$

Для зберігання силосу на фермі приймаємо одне сховище на 4000м<sup>3</sup>.

$$n_{cx} = \frac{Q_{p.корен}}{Q_{техкорен}}, \quad (2.6)$$

$$n_{cx} = \frac{3780}{4000} = 1, шт.$$

Для зберігання коренеплодів приймаємо одне сховище на 4000м<sup>3</sup>.

Концентровані корми на молочній фермі зберігають в об'ємі 16% від річної потреби. Для зберігання концентрованих кормів приймаємо сховище на 200м<sup>3</sup>.

Тоді кількість сховищ становить:

$$n_{cx} = \frac{0.16 \cdot Q_{p.конц}}{Q_{техконц}}, \quad (2.7)$$

$$n_{cx} = \frac{0.16 \cdot 2490}{200} = 2, шт.$$

Приймаємо два сховище на 200м<sup>3</sup> для зберігання концентрованих кормів на молочній фермі. Всі споруди показуємо на генплані (додаток 1), обладнання для утримання тварин в (додатку2, 3).

Для якісного приготування кормових сумішей проводимо розрахунок окремих технологічних ліній і підбираємо обладнання.

Лінія стеблових кормів (сіно, солома, силос).

Сіно і солома на фермі може зберігатися в скиртах, або в рулонах чи тюках. Перед транспортуванням до кормоцеху його попередньо подрібнюють за допомогою подрібнювача ИГК-30Б, завантажують в транспортні засоби і

доставляють до кормоцеху. При цьому визначається об'єм бункера для зберігання і дозованої видачі на змішування:

$$V_{б.сіно} = \frac{Q_{доб.сіно}}{K_p \cdot \rho_{сіно}}, \quad (2.8)$$

$$V_{б.сіно} = \frac{1890}{3 \cdot 80} = 7,87, м^3.$$

де  $Q_{доб.сіно}$  – добова витрата сіна, кг;

$K_p$  – кратність годівлі тварин. Приймаємо  $K_p = 3$ ;

$\rho_{сіно}$  – щільність подрібненого сіна, кг/м<sup>3</sup>, приймаємо  $\rho_{сіно} = 80$  кг/м<sup>3</sup> [14],

Визначаємо об'єм бункера для соломи:

$$V_{б.солома} = \frac{Q_{доб.солома}}{K_p \cdot \rho_{солома}}, \quad (2.9)$$

де  $\rho_{соломи}$  – щільність подрібненої соломи, кг/м<sup>3</sup>, приймаємо  $\rho_{соломи} = 60$  кг/м<sup>3</sup>,

$$V_{б.солома} = \frac{2250}{3 \cdot 60} = 10,2, м^3.$$

Для зберігання і дозування подрібнених сіна і соломи приймаємо бункер КТУ – 10, який має об'єм  $V_{техн.} = 10$  м<sup>3</sup>.

Приймаємо один бункер КТУ-10 для дозування сіна і соломи на молочні фермі.

Силос зберігається в сховищі в подрібненому виді і доставляється до кормокухні транспортними засобами. Завантажують силос в транспортні засоби завантажувачем ПЕ-0,8.

Визначаємо об'єм бункера для силосу за формулою:

$$V_{б.силос} = \frac{Q_{доб.силос}}{K_p \cdot \rho_{силос}}, \quad (2.10)$$

де  $Q_{доб.силос}$  – добова потреба силосу на фермі, кг;

$\rho_{силос}$  – щільність силосу, кг/м<sup>3</sup>. Приймаємо  $\rho_{силос} = 250$  кг/м<sup>3</sup>.

Тоді

$$V_{б.силос} = \frac{3780}{3 \cdot 250} = 5, м^3.$$

Для прийому, зберігання і дозованої видачі силосу приймаємо живильник ПЗМ – 5 в кількості 1 штуки.

Лінія коренеплодів

Коренеплоди транспортними засобами доставляють до кормокухні, де очищаються від сторонніх домішок, подрібнюються і дозовано подаються на змішування.

Визначають необхідну продуктивність лінії приготування коренеплодів за формулою:

$$W_{л.к} = \frac{Q_{доб.корен}}{K_p \cdot t_k} \quad (2.11)$$

де  $Q_{доб.корен}$  – добова потреба коренеплодів, кг;

$K_p$  – кратність годівлі,  $K_p = 3$ ;

$t_k$  – допустима тривалість переробки і зберігання разової видачі коренеплодів згідно зоотехнічних вимог, год ( $t_k = 1$  год).

Тоді

$$W_{л.к} = \frac{10320}{3 \cdot 1} = 3440, \text{ кг/год.}$$

Для подрібнення коренеплодів приймаємо подрібнювач-коренерізку КПИ-4 з продуктивністю  $W_{техн.} = 4$  т/год,  $N_{дв} = 4,5$  кВт.

Приймаємо один подрібнювач-коренерізку КПИ-4.

Для накопичення і дозування подрібнених коренеплодів приймаємо бункер – дозатор КОРК-5.05.01.000.

Лінія концентрованих кормів.

Приймаємо, що на молочну ферму концентровані корми надходять у вигляді готового комбікорму. При цьому потрібно підібрати обладнання для прийому, зберігання і дозованої видачі на змішування.

Об'єм приймального бункера для комбікорму розраховується не менше добового запасу:

$$W_{конц.корм} = \frac{Q_{доб.конц.корм} \cdot D_z}{\beta \cdot \rho_{конц.корм}}, \quad (2.12)$$

де  $Q_{доб.конц}$  – добова видача концкормів кг;

$\rho_{конц}$  – щільність концкормів, кг/м<sup>3</sup>, приймаємо  $\rho_{конц} = 600$  кг/м<sup>3</sup>;

$\beta$  – коефіцієнт використання об'єму бункера,  $\beta = 0,85$ ;

$D_3$  – кількість днів запасу корму. Приймаємо  $D_3 = 7$  днів.

$$V_{б.конц} = \frac{2490 \cdot 7}{600 \cdot 0,85} = 34,17, м^3.$$

Для зберігання і дозованої видачі концкормів приймаємо живильник-дозатор БСК-20 з об'ємом  $V_{техн} = 20$  м<sup>3</sup>,  $N_{дв} = 1,1$  кВт.

Приймаємо два бункер живильника-дозатора БСК-20.

Лінія змішування кормів.

На молочних фермах ВРХ використовують змішувачі безперервної дії з приготування кормосумішок без теплової обробки соломи.

Для вибору необхідного обладнання визначаємо розрахункову продуктивність лінії змішування кормів за формулою:

$$W_{зм} = \frac{\sum Q_{доб}}{t_{нк} \cdot K_p}, \quad (2.13)$$

де  $\sum Q_{доб}$  – добова потреба в нормах на фермі, кг;

$t_{нк}$  – тривалість підготовки кормосумішок і годівлі тварин згідно розпорядку дня, год, приймаємо  $t_{нк} = 1$  год.

$$W_{зм} = \frac{20,7}{1 \cdot 3} = 6,7, кг/год.$$

Для змішування компонентів приймаємо подрібнювач-змішувач ИСК-3 з продуктивністю  $W_{техн} = 6$  т/год,  $N_{дв} = 1,1$  кВт.

Приймаємо один подрібнювач-змішувач ИСК-3.

Для завантаження кормів в змішувач ИСК-3 приймаємо транспортер збірний КОРК-5.05.01.000.

Таким чином для приготування кормосумішок в осінньо-зимовий період підбираємо для середніх молочних ферм підбирають стандартний комплект обладнання кормоцеху КОРК-5.

Молочні ферми оснащені обладнанням, призначеним для виконання операцій для переробки [15]. При виборі існуючих і нових технічних засобів для переробки кормів слід мати на увазі, що подрібнені соковиті корми (коренеплоди, зелена маса) на відкритому повітрі швидко псуються. Термін їх зберігання в підготовленому вигляді не повинен перевищувати 2 години і приймається зазвичай як час допустимої тривалості разового приготування кормосумішей на фермі. З урахуванням цього, а також кратності годівлі та обсягів робіт, наведених вище, встановлено продуктивність машин для переробки різних видів кормів.

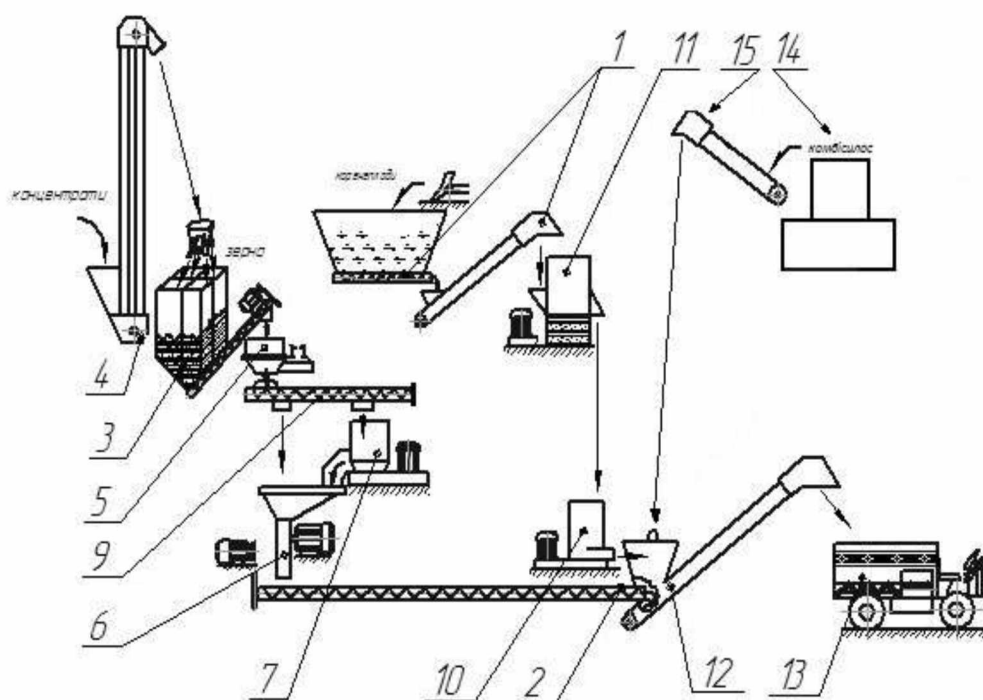


Рисунок 2.1 – Технологічна схема для виробництва кормів

Приводимо комплект обладнання для 600 корів

Таблиця 2.3 – Загальна кількість машин і обладнання молочної ферми

Назва	Марка	Кількість	Потужність, кВт/год
Кормо- приготувальне відділення	БСК-20	2	7
	НЦГ-10	1	3,8
	КПИ-4	1	4,5
	зерноплющилка,	1	4,01
	ТС-40, ТК-5,	1	4,4; 3,
	ТУУ-2А, НЦГ-10	1	5; 2
	Волгарь-5	1	6

Витрати електроенергії	39,71
------------------------	-------

Проаналізував обладнання, що використовується для приготування кормів, витрати електроенергії становлять до 39,71 кВт / год. Якби використовували кормоцех КОРК- 5 витрати електроенергії були б до 54 кВт / год. Запропонована схема приготування кормів може зекономити витрати електроенергії на 26,5%.

## **2.2 Методика дослідження показників якості і технологічних параметрів зернодробарки від висоти корму в завантажувальну бункері**

Оцінка впливу рівня корму в бункері зернодробарки оснащеної рухомими елементами в ємності на зміну коефіцієнта варіації проводилися в порційно і безперервному режимах.

Висота шару корму змінилася від 0,5 до 0,1 м при частоті обертання молотків в дробильній камері барабана  $0,375 \text{ с}^{-1}$ . Випробування проводилися з розсипною кормовою сумішшю вологістю ( $W = 12,1\%$ ), найбільш характерних видах корму для ВРХ[15].

Оцінка впливу висоти корму в корпусі зернодробарки барабанного типу з рухомими лопатками в ємності на потужність приводу і нерівномірність подачі корму проводилися на сухих розсипних кормових сумішках ( $W = 12,1\%$ ) частота обертання барабана становила  $0,3 \text{ с}^{-1}$ . Кут установки кулачка  $\alpha = 70^\circ$

## **2.3 Методика дослідження питомого опору переміщення лопатки в корпусі бункера зернодробарки**

Для визначення коефіцієнтів лобового опору і обтікання лопатки використовувалась установка, що включала бункер, розташований всередині нього на підшипниках вал, на валу кріпилася лопаті. Усередині розміщені напрямні для установки перегородок [16].

Коефіцієнт обтікання лопатки визначався при трьох значеннях коефіцієнта наповнення - 0,2, 0,4 і 0,6 і частоті обертання від 0,33 до 1,00 с<sup>-1</sup>.

Розрахунок величини коефіцієнта обтікання лопаток проводився за формулою:

$$K_{o.l.} = \frac{M_n}{M_z}, \quad (2.13)$$

де  $M_n$  – маса перекинутої суміші за один оборот лопатки, кг;  
(визначається зважуванням);

$M_z$  – загальна маса суміші, що знаходиться в зоні дії лопатки, м.

$$K_{o.l.} = 80/89,6 = 0,89$$

Загальна маса суміші, що знаходиться в зоні дії лопатки визначається, як добуток площі половини поперечного перерізу суміші в бункері при певному коефіцієнта наповнення на ширину лопатки, косинус кута установки лопаток і щільності суміші.

$$M_z = F_n \cdot \rho \cdot b_l \cdot \cos \alpha_l \quad (2.14)$$

$$M_z = 2 \cdot 0,2 \cdot 600 \cdot 0,34 = 81,6 \text{ кг}$$

Загальна маса суміші в зоні дії лопатки складає 81,6, кг.

## **2.4 Методика дослідження показників якості та енерговитрат зернодробарки**

Якість приготування подрібненої зернової суміші залежить від конструкції зернодробарки і швидкості обертання робочих органів, ступеня наповнення дробильної камери агрегату [17].

При оцінці якості суміші необхідно проводити забір проб. Для цих цілей використовували трубчастий пробовідбірник (рис. 2.3). Маса проби, що забирається виставляється за шкалою, нанесеною на корпусі пристрою для відбирання проб, а загальний вид відібраних проб показаний на рисунку 2.4.

Дослідження кута лопаток, що подрібнюють і одночасно перемішують проводилися на зернодробарці.



а



б

а) загальний вигляд; б) відібрані проби

Рисунок 2.3 – Пробовідбірник

Дослідження проводилися в два етапи: на першому визначалася, споживана потужність, при частоті обертання від  $0,5$  до  $1,0 \text{ с}^{-1}$  з кроком  $0,08 \text{ с}^{-1}$ , коефіцієнтах наповнення  $0,3$ ;  $0,4$ ;  $0,5$  і кутах установок лопаток від  $40^\circ$  до  $70^\circ$  з кроком  $5^\circ$ ; на другому етапі визначалося якість суміші, причому межі зміни параметрів коректувалися з урахуванням результатів першого етапу, а час змішування було прийнято рівним  $180 \text{ с}$ .

Потужність, необхідну для приводу зернодробарки, визначали за показниками амперметрів і вольтметрів.

Загальну потужність, споживану зернодробарки, визначалася за формулою[18]:

$$N_{з. е} = (N_{р.х.}^1 + N_{х.х.}^1) + (N_{р.х.}^2 + N_{х.х.}^2), \quad (2.15)$$

де  $N_{х.х.}^1$ ,  $N_{х.х.}^2$  – потужність холостого ходу робочих органів, Вт;

$N_{p.x}^1, N_{p.x}^2$  – потужність робочого ходу робочих органів, Вт.

Час подрібнення та змішування заміряли секундоміром СОСпр-26-2-000, частоти обертання лопаток контролювали за допомогою оптичного тахометра DT6236В.

Кількісною оцінкою якості зернової суміші був прийнятий коефіцієнт нерівномірності  $v$  розподілу контрольного компонента по 40 пробам, відібраним з усього обсягу змішувальної ємності зернодробарки. Рациональні значення режимних і технологічних параметрів лопатевої зернодробарки кормів визначалися відповідно до методики [18].

Факторами, що впливають на енерговитрати процесу подрібнення та змішування, якість суміші були: частота обертання робочих органів, час змішування, коефіцієнт наповнення. Фактори, інтервали і рівні їх варіювання наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Фактори, інтервали і рівні їх варіювання  $\tau$

Код	Фактори, інтервали і рівні їх варіювання	Рівні та інтервали варіювання факторів			
		-1	0	+1	$\epsilon$
X <sub>1</sub>	Частота обертання робочих органів, п р.о. , $xv^{-1}, (c^{-1})$	47(5,23)	52(5,44)	57(5,65)	5 (0,08)
X <sub>2</sub>	Час змішування, $\tau$ зм., сек	180	270	360	90
X <sub>3</sub>	Коефіцієнт наповнення, $\phi_n$	0,3	0,4	0,5	0,1

Експериментальне значення продуктивності зернодробарки визначалося за формулою [18]:

$$Q_e = \frac{m}{\tau_3}, \quad (2.16)$$

де  $m$  - маса змішаного корму за час досвіду, кг;

$\tau_3$  - час змішування, год.

$$Q_e = 1000/1 = 1000, \text{ кг/год.}$$

За кількісний критерій оптимізації була обрана питома енерговитрата процесу змішування –  $N$  п.е. У процесі роботи дробарки потужність привода споживається на подрібнення  $N_{\text{под}}$  матеріалу і на холостий хід  $N_x$  молоткового барабана:

$$N = N_{\text{под}} + N_x, \quad (2.17)$$

де  $N$  – загальна споживана потужність, Вт.

$$N = 3 + 0.5 = 3.5, \text{ кВт.}$$

Потужність, споживана на холостому ході, в основному споживається на вентиляційну дію  $N_B$  барабана і лише деяка частка (не більше 10 – 20 %) – на подолання опорів тертя:

$$N_x = (1.1 \dots 1.2) N_B, \quad (2.18)$$

$$N_x = 1.2 \cdot 0.42 = 0.51, \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{др}} = 3.5 + 0.51 = 4.01, \text{ кВт.}$$

Продуктивність зернодробарки становить 1000, кг/год при потужності 4,01 кВт.

Загальним критерієм методики визначення ефективності технологічних ліній обраний технологічний ефект, що дозволяє обґрунтувати критерії оптимізації показників роботи технічних засобів приготування кормів тваринам на молочній фермі. До критеріїв оптимізації технічних засобів відносяться показники робочого процесу і питомі енерговитрати.

## 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Особливості використання подрібненого зерна. Конструкція та принцип дії зернодробарки центробіжно-ударної дії

Основні машини для подрібнення фуражного зерна є обладнання рис 3.1..

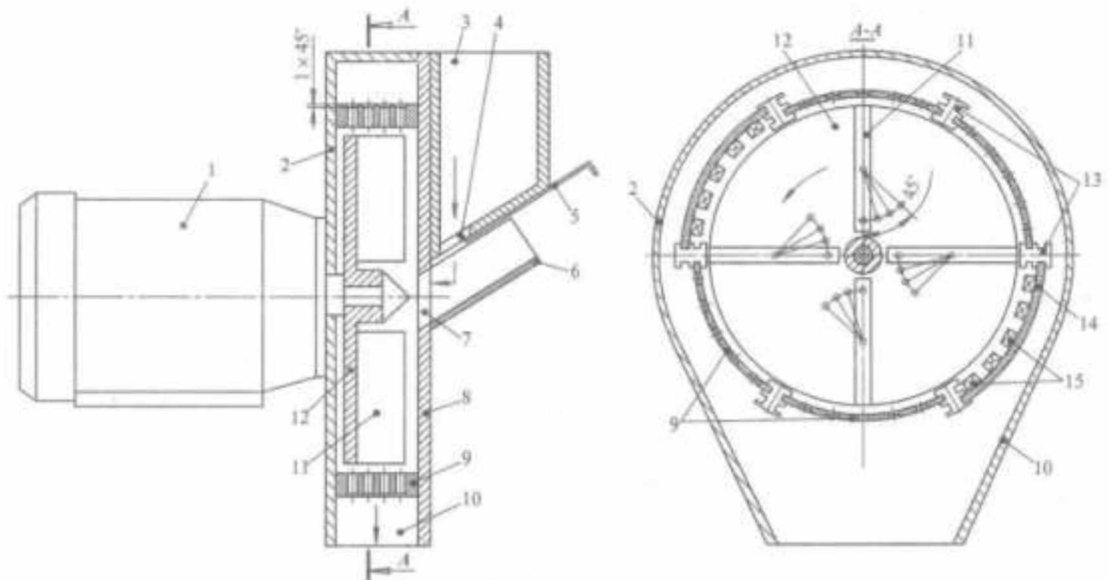


Рисунок 3.1 – Зернодробарка оригінальної конструкції

На рамі установки закріплений електродвигун 1, який є приводом зернодробарки, і корпус 2 з розміщеним в ньому ротором 12. На роторі встановлені плоскі розгінні молотки 11 з можливістю закріплення їх під кутом від  $0^\circ$  до  $45^\circ$ . У середині корпусу 2 на його торцевій поверхні закріплені фіксатори 13 для встановлення плит 14 з відбійними елементами 15 і сито 9 необхідного діаметру. Корпус 2 закритий кришкою 8 з прикріпленим до неї завантажувальним бункером 3. У нижній частині корпусу 2 розташований розвантажувальний патрубок 10. У нижній частині завантажувального бункера 3 є отвір 4 перекривається рухомим шибером 5, що змінює його перетин. Під отвором 4 знаходиться похилий жолоб 6, що примикає до отвору 7 в кришці 8.

Матеріали, що підлягають подрібненню надходять у завантажувальний бункер 3, звідки під дією сил тяжіння через отвір 4 перекривається рухомим

шибером 5, який регулює витрату зерна, висипаються в похилий жолоб 6. З цього жолобу зерна зісковзують до отвору 7 в кришці 8. Зерно захоплюється потоком повітря і надходять в середину корпусу 2, попадає на плоскі розгінні молотки 11 і за рахунок центробіжної сили набуває прискорення. Потім матеріал ударяється об плиту 14 з відбійними елементами 15, де подрібнюється і відкидається на сита 9. Матеріал, який пройшов через сито, видаляється з дробарки через розвантажувальний патрубков 10. Матеріал рухається по круговій траєкторії, потрапляючи під наступну плиту 14 з відбійними елементами 15, і подрібнюється до розмірів, менших розмірів отворів сита.

Залежно від міцності і розміру вихідного матеріалу підбирається оптимальна кількість плит 14 з відбійними елементами 15 і сит 9 з необхідними діаметрами отворів. Сита встановлені у фіксаторах 13 і легко змінюються. Отвори в ситах з боку корпусу 2 виконані з фаскою  $1 \times 45^\circ$ , при цьому не відбувається забивання отворів і переподрібнення зерна. Нахил плоских розгінних молотків 11 дозволяє зберігати прямий кут удару по мірі їх зносу.

### **3.2 Конструктивно-технологічне обґрунтування основних параметрів зернодробарки**

Зв'язок між розмірами робочої камери і заданої продуктивністю можна виразити через показник  $q'$  кг / (с · м<sup>2</sup>) питомого навантаження [22,23,24].

Питоме навантаження дробарки:

$$q' = q_0 / DL, \quad (3.1)$$

де  $q_0$  – секундна розрахункова продуктивність;

$D$  – діаметр робочої камери барабана;

$L$  – довжина.

В існуючих зернодробарках при швидкостях молотків  $q' = 3 \dots 6$  кг / (с · м<sup>2</sup>) при  $V_m = 70 \dots 80$  м / с і середній величині дерті вибирають решето з отворами  $d = 6$  мм.

Довжина робочої камери барабана  $L=D/k$ . Враховуючи цю рівність, діаметр робочої камери барабана розраховуємо за формулою:

$$D = \sqrt{kq/q'} \quad (3.2)$$

де  $k$  – відношення діаметра до ширини камери,  $K=0,8 - 1,5$ ;

$q'$  – питома подача,  $0,0014 \text{ кг / год} \cdot \text{м}^2$ ;

$q$  – задана продуктивність зернодробарки,  $1000 \text{ кг/год}$ .

$$D = \sqrt{1 \cdot 1000 / 0,0014} = 1,2, \text{ м.}$$

Питома подача  $q'$ , зернодробарки закритого типу – величина, пропорційна довжині  $l_p$  або куту обхвату  $\alpha_p$  решітної поверхні робочої камери  $I$  та щільності  $\gamma_{ш}$  перероблюваного шару; обернено пропорційна діаметру  $D$  робочої камери:

$$Q' = \begin{cases} \frac{l_p}{D} / l_{ш}; \\ \frac{\pi \alpha_p}{360} / \gamma_{ш}; \\ \pi I \alpha_{ш} \gamma_c \end{cases} \quad (3.3)$$

де  $a_{ш}$  – коефіцієнт пропорційності (відношення швидкості перероблюваного шару до швидкості молотків). За експериментальними даними при переробці фуражного зернен,  $a_{ш} = 0,3 - 0,5$ ;

$\gamma_c$  – об'ємна щільність перероблюваного матеріалу.

Параметр  $I$  має фізичну суть швидкості, характеризує інтенсивність просіювання продуктів, подрібнення крізь решето і має рівняння:

$$I = (1 - f_p) d_0^2 i_0 v_r (1 - 0,215 \cos \psi), \quad (3.4)$$

де  $f_p$  – коефіцієнт, що характеризує умови сепарації продукту, для фуражного зерна  $f_p = 0,997 - 0,998$ ;

$d_0$  – діаметр отворів решета, м;

$i_0$  – кількість отворів на одиниці площі решета,  $1 / \text{м}^2$ ;

$v_r$  – радіальна складова швидкості шару зерна, що перероблюється, м /

с.

$$I = (1 - 0,997) 0,02 \cdot 2000 \cdot 51 (1 - 0,215 \cdot 80) = 0,41, \text{ кг/с}^{-1},$$

$$v_r = v_a \cos \psi, \quad (3.5)$$

де  $v_a$  – абсолютна швидкість переміщення продукту в зоні решітної поверхні,

$$v_r = 640 \cdot 0,11 = 66,2, \text{ м / с,}$$

Для визначення середнього значення можна користуватися відношенням:

$$v_a = \alpha_{\text{III}} v_M \quad (3.6)$$

де  $v_M$  – робоча швидкість молотків, м/с;

$\alpha_{\text{III}}$  – кут між напрямом  $v_a$  і радіусом робочої камери.

При швидкості молотків 600 – 1000 м / с  $\alpha_{\text{III}} = 80 - 85^\circ$ .

$$v_a = 80 \cdot 80 = 640, \text{ м / с.}$$

Щільність перероблюваного шару  $\gamma_{\text{III}}$  визначається за формулою:

$$\gamma_{\text{III}} = \frac{360}{\alpha_p} \alpha_{\text{III}} \gamma_c \quad (3.7)$$

де  $\gamma_c$  – щільність вихідного матеріалу;

$\alpha_p$  = кут обхвату.

$$\gamma_{\text{III}} = 360 / 80 \cdot 80 \cdot 2 = 720, \text{ кг / м}^3.$$

Відповідно до розмірів камери подрібнення визначають діаметр  $D_b$  і довжину  $L_b$  барабана: (рисунок 3.2).

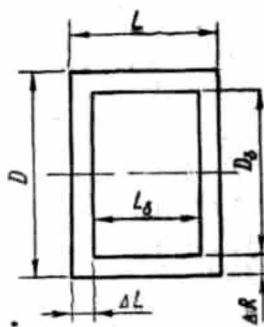


Рисунок 3.2 – Визначення розмірів молоткового барабана

$$D_b = D - 2\Delta R,$$

$$L_b = L - 2\Delta L, \quad (3.8)$$

де  $\Delta R$  – величина радіального зазора між кінцями молотків і поверхнею робочої камери; рекомендовано  $\Delta R = 8 - 20$  мм;

$\Delta L$  – величина бокових зазорів від площини крайніх молотків до стінок камери. Бокові зазори зводяться до мінімуму,  $\Delta L = 2-5$  мм.

$$D_6 = 1,2 - 2 \cdot 0,01 = 1,18, \text{ м,}$$

$$L_6 = 0,3 - 2 \cdot 0,005 = 0,02, \text{ м.}$$

Розміщення молотків в робочій зоні визначають їх загальну кількість:

$$z = \frac{K_{\Gamma} L}{\delta}, \quad (3.9)$$

де  $K_{\Gamma} = 1$ ;

$\delta$  – товщина молотків, приймаємо 3 мм.

$$z = 0,5 \cdot 0,3 / 0,003 = 48, \text{ молотків.}$$

Визначаємо п молотків  $z_1$ :

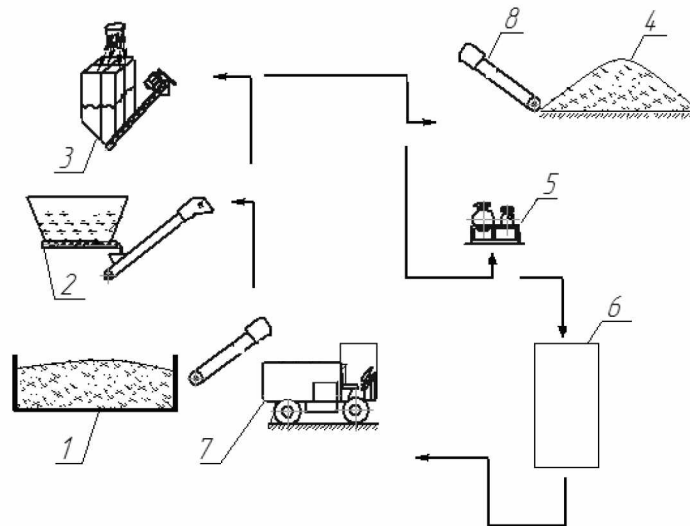
$$z_1 = \frac{z}{i_{\Pi}}, \quad (3.10)$$

$$z_1 = 48 / 8 \approx 6, \text{ шт.}$$

На кожній осі встановлюємо 6 молотків.

### 3.3 Вибір обладнання для молочної ферми

З застосуванням нових технологій і використанням новітнього обладнання в потоково-технологічних лініях приготування та роздавання кормів, зупиняємося на такій потоково-технологічній схемі приготування кормів (рис.3.2).



1 – силосна яма; 2 – подрібнювач коренеплодів КПИ-4; 3 – бункер для концентрованих кормів ДК-20, плющилка для переробки зерна; 4 – скирта для грубих кормів; 5 – ємність для живильних домішок; 6 – корівник; 7 – кормороздавач-змішувач; 8 – завантажувач кормів ТК-5

Рисунок 3.2 – Технологічна схема приготування кормів по запропонованій технології з використанням удосконаленого агрегату для плющення зерна

На потоково-технологічній лінії подрібнення грубих та соковитих кормів використовуємо скребковий транспортер ТК-5 для завантаження в бункер кормороздавача-змішувача, зернові корми переробляються розробленою плющилкою і завантажуються з бункера ДК-20, живильні домішки подаються по трубопроводу. Кормороздавач-змішувач подрібнює та перемішує корми до подальшого роздавання його по лінії годівлі.

В таблиці 3.1 приведено обладнання, яке використовується на молочній фермі.

Таблиця 3.1 – Загальна кількість обладнання та машин молочної ферми

№	Назва	Марка	Кількість	Потужність, кВт/год	Час роб.обл, год	Витр. електр. кВт/год
1	Подрібнювач коренебульбо-плодів	КПИ-4	1	4,5	3	13,5
2	Завантажувач	ТК-5	3	3	3	27
3	Плющилка, бункер-дозатор	ДК-20	1	8	3	24
4	Насос	ЭЦВ4-1,6-65	1	1,1	17	18,7
5	Скребковий транспортер	ТСН – 160	1	4,0	2	8
6	Молокопровід	АДМ-8А	1	5,1	3	15,3
7	Очисник-охолодник	ОМ-1	1	1,1	6	6,6
8	Лампи розжарювання	LED 20	12	0,4	10	4
Сумарні витрати						117,1

Згідно розрахунків визначилися в технології приготування та роздавання кормів та підібрали обладнання потоково-технологічних ліній: подрібнення коренебульбоплодів, подрібнення грубих та стеблових кормів, плющення зернових кормів та завантаження їх, змішування. Потоково-технологічні лінії для обслуговування тварин: лінія прибирання гною, використовуємо гносприбиральну установку ТСН-160, лінія водопостачання, використовуємо насос для подачі води ЄЦВ-1,6-65, автонапувалки АП-1А, лінія доїння – доїльну установку АДМ-8А, лінія переробка молочної продукції використовуємо молочний охолоджувач ОМ-1А.

### **3.4 Аналіз витрат електроенергії обладнання молочної ферми**

Знаючи початок та закінчення часу роботи для кожної машини та обладнання, їх потужність, починаючи з завантаження кормів в

кормороздавач-змішувач узгоджуючи з початком годування ВРХ за режимом роботи ферми будуємо графік (рис 3.3) . Тривалість та початок роботи обладнання на графіку визначають за основними даними: тривалість відповідного часу роботи обладнання, кількість машин що використовується для кормоприготування на добу.

Назва	Години доби																
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
КПШ-4								—						—			
ТК-5								—						—			
ДК-20								—						—			
ЭЦВ4-1,6-65																	
ТСН – 160	—													—			
АДМ-8А			—												—		
ОМ-1			—	—	—									—	—	—	—
LED 20	—	—	—	—				—	—					—	—	—	—

Рисунок 3.3 – Графік роботи обладнання та машин на молочній фермі

Щоб без перевантаження використовувати обладнання та машини на лінії енергозабезпечення відповідно з режимом потоково-технологічних ліній молочної ферми будуємо графік витрат електроенергії (рис 3.3). Цей графік покаже нам споживання на фермі електроенергії. Для цього визначають загальну спожиту потужність кожної години роботи обладнання на фермі. Одержуємо в результаті графік споживання протягом доби електроенергії. Цей графік є добутком споживчої потужності на години роботи обладнання та показує витрати електроенергії на приготування кормів, видалення гною, доїння та охолодження молока на молочній фермі.

### 3.5 Вплив вологості та крупності зерна пшениці на вихід продуктів плющення

Дослідженнями встановлено, що вологість здійснюють вплив на процес плющення. На рис. 3.4 та 3.5 показано зміну виходу проміжних продуктів плющення в залежності від величини зазору між вальцями плющильного верстата за різної вологості зерна пшениці.

Таблиця 3.2 – Добуток продуктів плющення в залежності від вологості різних сортів пшениці.

Відстань між вальцями	Пшениця низькоскловидна		Пшениця високококловидна	
	Вологість,%	Добуток продукту	Вологість,%	Добуток продукту
0,8	9,7	0,7	9,9	0,2
1,0	5,5	3,3	6,9	1,1
1,2	3,6	2,2	5,3	1,8
1,4	2,3	1,8	4,3	1,0
1,6	1,8	1,1	2,9	1,8
1,8	0,8	0,9	2,4	1,2
2,0	0,4	1,0	1,2	1,4

Наведені результати подрібнення показують, що на процес плющення впливає не тільки відстань між вальцями плющильного верстата але і технологічні показники якості зерна пшениці.

В агрегатах для плющення руйнували зерна ячміння, пшениці і овса з вологістю до 16 % використовували решета діаметром 5 мм. На рисунку 3.6 показали криві розподілу долей подрібненого зерна при продуктивності дробарки 1,2 т /год.

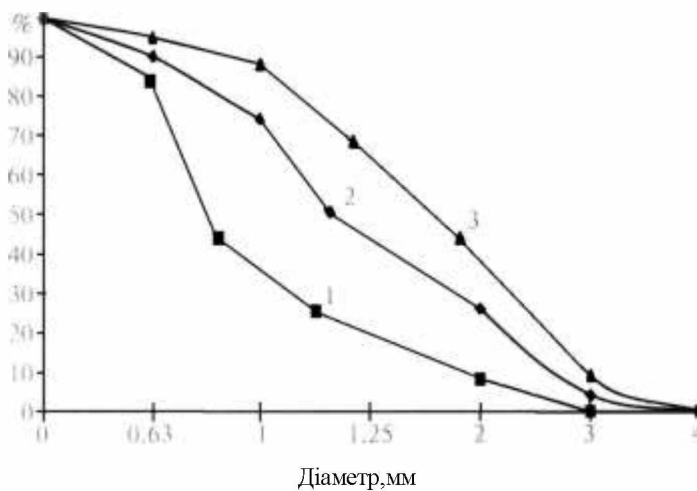


Рисунок 3.6 – Гранулометричний розподіл зерна: 1– пшениця, 2 – ячмінь, 3 – овес

На підставі отриманих даних вміст пилоподібної фракції, діаметром менше 0,25 мм, суміші – 2,8%.

### 3.6 Аналіз експериментальних даних зміни питомих енерговитрат

За експериментальними даними (рисунок 3.7) мінімальні питомі витрати енергії процесу плющення спостерігаються при частоті обертання менше 6,0 с-1.

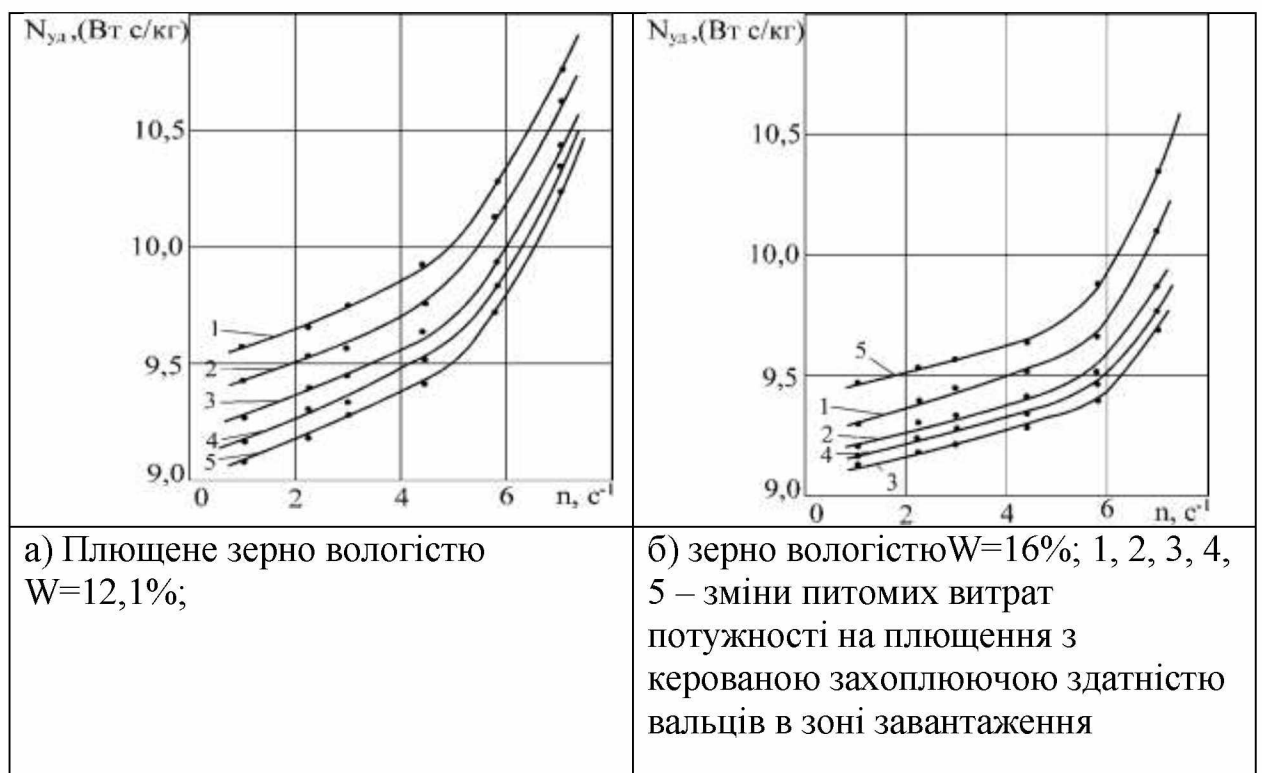


Рисунок 3.7 – Залежність зміни питомих витрат потужності ( $N_{уд}$ ) від частоти ( $n$ ) обертання шнека з керованою захоплюючою здатністю в зоні завантаження

Зі збільшенням положення розміру між вальцями питомі енерговитрати зростають (рисунок 3.8). Це пов'язано зі збільшенням довжини завантажувального вікна та зростанням сил тертя від стовпа корму у зоні завантажувального вікна.

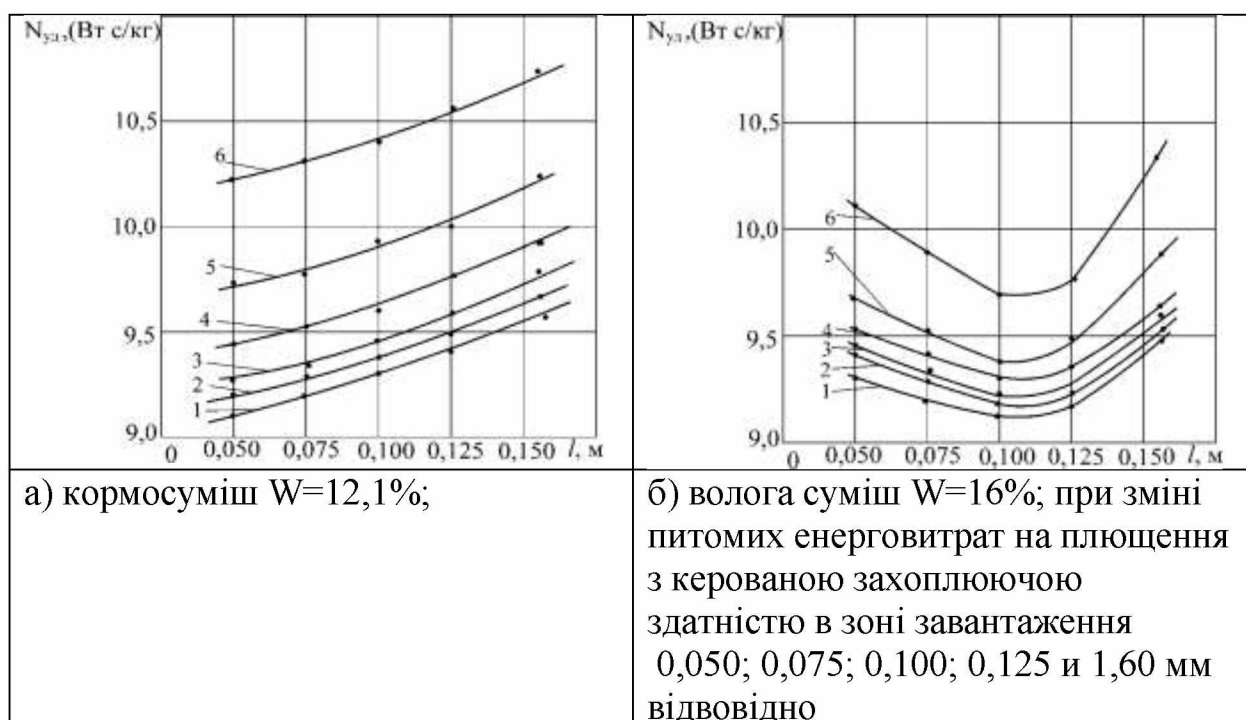


Рисунок 3.8 – Залежність зміни питомих енерговитрат ( $N_{уд}$ ) агрегату для плющення від положення вальців з керованою захоплюючою здатністю в зоні завантаження

За показником питомих енерговитрат раціональні значення частоти обертання вальців з керованою захоплюючою здатністю знаходяться в межах від 4,0 до 6,0  $s^{-1}$ , зазор між вальцями від 0,10 до 1,6 мм.

З урахуванням показників нерівномірності плющення при зміні подачі від мінімального до максимального значення раціональна частота обертання вальців з керованою захоплюючою здатністю в зоні завантаження повинна становити 4,2-4,8  $s^{-1}$ .

### 3.7 Вплив способу обробки зерна на надої корів

В господарствах використовується вальцюва плющила з пакувальником (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 – Вальцюва плющила з пакувальником

За показником питомих енерговитрат раціональні значення частоти обертання вальців з керованою захоплюючою здатністю знаходяться в межах від 4,0 до 6,0 с<sup>-1</sup>, зазор між вальцями від 0,10 до 1,6 мм.

На процес плющення впливає не тільки відстань між вальцями плющильного верстата, але і технологічні показники якості зерна пшениці.

З урахуванням показників нерівномірності плющення при зміні подачі від мінімального до максимального значення раціональна частота обертання вальців з керованою захоплюючою здатністю в зоні завантаження повинна становити 4,2-4,8 с<sup>-1</sup>.

## 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 4.1 Екологічна експертиза

В процесі виробництва сільськогосподарської продукції людина своїми прямими чи додатковими діями порушує процеси, які відбуваються в біосфері.

Земельна ділянка, на якій розміщується свиновідгодівельна ферма має легкі суглинкові та супіщані ґрунти, низький рівень стояння ґрунтових вод. Господарство розміщене на відстані 10 км від населеного пункту. Будівлі і прилеглі території утримуються в належному

На фермі в приміщенні використовують автоматизовану вентиляційну установку, яка призначена для контролю клімату в середині корівника .

В господарстві утилізація трупів відсутня. Для трупів у господарстві застосовують спеціальні контейнери, в які протягом тижня поміщають трупи тварин, а потім приїжджає спеціально обладнаний автомобіль і забирає трупи тварин з контейнера і перевозить їх на спалювання. Таким чином утилізація трупів є абсолютно екологічно безпечною.

В цілях покращення екологічного стану в зоні дії тваринницької ферми постійно підтримують робоздатність технологічного обладнання.

До комплексу ветеринарно-санітарних заходів, що впроваджує господарство належать: дезінфекція приміщень для утримання тварин.

Особливу увагу приділяють очищенню перегородок, нижніх частин стін, підлоги. При очищенні поверхонь використовують під великим напором теплої води. Спочатку теплою водою обробляють все приміщення і особливо станки, залишають на певний час щоб гній розм'як і добре видалявся з поверхонь.

Дезінфекція проводиться один раз на рік,

Зробивши екологічну оцінку заходам екологобезпечних методів і способів господарювання можна зробити висновок, що екологічна стан

господарства знаходиться на рівні. Але все одно потрібен постійний контроль за охороною навколишнього середовища. Для цього раз на пів року проводяться рейдові перевірки без попередження спеціально створеними комісіями.

В результаті аналізу екологічної оцінки, було виявлено, що генеральне прибирання приміщення проводилося не своєчасно. Пропозиції господарству: дотримуватися всіх вимог до санітарно-гігієнічного стану приміщень, робото здатності технологічного обладнання і здійснювати його техобслуговування, ремонт.

Названі заходи забезпечать мінімальний вплив на екологічну систему тваринницького підприємства. Завдяки цьому можна буде отримати екологічно чисту продукцію, що так потрібна в наш час.

В цілях покращення екологічного стану в зоні дії тваринницької ферми постійно підтримують роботоздатність технологічного обладнання.

Названі заходи забезпечать мінімальний вплив на екологічну систему тваринницького підприємства. Завдяки цьому можна буде отримати екологічно чисту продукцію, що так потрібна в наш час.

## **4.2 Охорона праці**

### **4.2.1 Актуальність проблеми охорони праці у виробничому середовищі**

Створення безпечних умов праці робітників сільськогосподарського виробництва завжди було і залишається питанням першочергового значення. Згідно закону України . Прийнятий і затверджений Верховною Радою України 1992 року, а 2002 було прийнято доповнення до основного закону. Цей закон діє на підставі основних положень щодо реалізації введених конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності і регулюється за участю відповідних державних органів відносин між власником, установи і організації або уповноваженим ним органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

#### **4.2.2 Організація безпечного виконання робіт відповідно до правил на всіх етапах виробничих і технологічних процесів**

Для забезпечення безпечних умов праці на молочній фермі необхідно керуватися чинними «Правилами вимог безпеки при роботі на молочній фермі» [35,36].

Визначаємо втрати тепла в навколишнє середовище стінами та покрівлею молочної ферми розміри, якої -  $90 \times 18 \times 3,6$  температурою  $12^{\circ}\text{C}$ , якщо коефіцієнт тепловіддачі стін і покрівлі  $k=0,43\text{Вт/м}^2$ .

Витрати тепла розраховуємо за формулою:

$$Q=S_{\text{сум}}k(tm-t_0)3,6, \text{кДж/год} \quad (4.1)$$

де  $S_{\text{сум}}$  - сумарна площа,

$tm$  - температуру в приміщенні,

$t_0$  – температуру температура оточуючого середовища.

Сумарну площу розраховуємо за формулою:

$$S_c=S_b+S_m+S_{\text{ст}}, \quad (4.2)$$

де  $S_b$  - площа двох бокових стін,

$$S_b=2 \cdot (l \cdot h)=2 \cdot (90 \cdot 3,6)=950,4, \text{м}^2$$

$S_m$  - площа двох торцових стін,

$$S_m=2 \cdot (b \cdot h)=2 \cdot (18 \cdot 3,6)=129,6, \text{м}^2$$

$S_{\text{ст}}$ -площа стелі

$$S_{\text{ст}}=b \cdot h=90 \cdot 18=1620, \text{м}^2$$

$$S_c=950+129,6+1620=2699,6, \text{м}^2$$

Тоді витрати тепла:

$$Q=2699,6 \cdot 0,43 \cdot (20-12) \cdot 3,6=33431,8, \text{кДж/год}$$

#### **4.2.4 Розробка комплексу організаційних та технічних заходів з охорони праці та пожежної безпеки**

В кожному приміщенні на видному місці вивішена табличка з зазначеним прізвищем, та посадою працівника, відповідального за пожежну безпеку.

Для того щоб на підприємстві трапилося менше випадків які

закінчуються травмами необхідно дотримуватись наступних заходів:  
запровадити в господарстві систему управління охороною праці, дотримуватись трудового законодавства, провести лекції з питань охорони праці та пожежної безпеки, поновити засоби пожежогасіння, забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, привести в належний стан засоби колективного захисту, перевірити стан електропроводки та електрообладнання, посилити контроль за дотриманням вимог безпеки, визначити наявність небезпечних режимів роботи обладнання і об'єктів, проводити тренування персоналу на випадок виникнення аварії.

Під час експлуатації зернодробарки слід дотримуватись заходів щодо зниження шуму.

Виконання запропонованих заходів сприятиме зниженню ризику небезпек, що призведе до зниження рівня виробничого травматизму. Дотримання вимог безпеки праці на виробництві, вчасне реагування та виявлення недоліків під час планових перевірок об'єктів господарства і ферми та заплановане фінансування і наявність коштів забезпечать охорону і безпеку праці в цілому на молочній фермі.

В кожному приміщенні на видному місці вивішена табличка з зазначеним прізвищем, та посадою

працівника, відповідального за пожежну безпеку.

Для того щоб на підприємстві трапилося менше випадків які закінчуються травмами необхідно дотримуватись наступних заходів:

1. Запровадити в господарстві систему управління охороною праці.
2. Дотримуватись трудового законодавства.
3. Провести лекції з питань безпеки.
4. Поновити засоби пожежогасіння.
5. Забезпечити працівників засобами індивідуального захисту.
6. Привести в належний стан засоби колективного захисту.
7. Перевірити стан електропроводки та електрообладнання.
8. Посилити контроль за дотриманням вимог безпеки.

9. Визначити наявність небезпечних режимів роботи обладнання і об'єктів.

10. Проводити тренування персоналу на випадок виникнення аварії.

Під час експлуатації обладнання слід дотримуватись заходів щодо зниження шуму. [46].

При влаштуванні тваринницьких приміщень використовують метод нормування освітлення відповідно до норм технологічного проектування [29].

### 4.3 Техніко-економічне обґрунтування впровадження агрегату для плющення зерна

Розраховуємо економію енерговитрат:

$$E_{\text{ен.}} = (V_{\text{ен.існ}} - V_{\text{ен.кшп}}) \cdot C_{\text{ел.пр.п}}, \quad (4.8)$$

де  $V_{\text{ен.існ}}$  – витрати електроенергії існуючого кормоцеху КОРК-5;

$V_{\text{ен.кшп}}$  – витрати електроенергії кормоприготувального пункту;

$C_{\text{ел.пр.п}}$  – ціна електроенергії для промислових підприємств.

$$E_{\text{ен.}} = (54 - 39,4) \cdot 147,77 = 2157, \text{ грн.}$$

Зробивши розрахунок дані занесли в таблицю 4.1 .

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники обґрунтування впровадження агрегату для плющення зерна

Найменування показників	Значення
Вартість матеріалів, грн	655
Вартість купованих деталей, грн	2140
Додаткові капіталовкладення, грн	2626,12
Річний економічний ефект, грн./рік	5252
Додаткові капіталовкладення, грн	1626,12
Економія енерговитрат	2157
Термін окупності додаткових капіталовкладень, за рік	0,5

Дані таблиці свідчать, що впровадження агрегату для плющення зерна забезпечує досягнення річного економічного ефекту з агрегату в сумі 5252 грн. з строком окупності 0,5 року.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В процесі виконання магістерської роботи виконано аналіз стану механізації процесів приготування кормів на молочних фермах. Встановлено, що основна увага тепер приділяється створенню універсальної техніки. Визнається також доцільність розроблення комплектів обладнання, основою якого є базовий механізм, забезпечений змінними робочими приставками для виконання різних технологічних операцій. З метою встановлення потреб і характеристик обладнання для молочної ферми визначена потреба в кормах з урахуванням раціону годівлі, підбрано обладнання для кормоцеху. Представлена технологічна схема системи приготування кормів на фермі, в основу якої покладений принцип, котрий полягає в тому, що переробка кормових компонентів здійснюється комплектом самостійних електрифікованих машин стаціонарного кормоприготувального відділення, а їх змішування й роздача проводяться за допомогою мобільного змішувача-роздавача. В комплект обладнання входить плющилка зерна, що працює на всіх видах зернових і бобових культур, не вимагає додаткового очищення зерна після комбайна. Якби використовували кормоцех КОРК- 5 витрати електроенергії були б до 54 кВт / год. Запропонована схема приготування кормів може зекономити витрати електроенергії на 26,5%.

Розроблені конструктивні параметри плющилки.

За показником питомих енерговитрат раціональні значення частоти обертання вальців з керованою захоплюючою здатністю знаходяться в межах від 4,0 до 6,0 с<sup>-1</sup>, зазор між вальцями від 0,10 до 1,6 мм.

З урахуванням показників нерівномірності плющення при зміні подачі від мінімального до максимального значення раціональна частота обертання вальців з керованою захоплюючою здатністю в зоні завантаження повинна становити 4,2-4,8 с<sup>-1</sup>.

Впровадження агрегату для плющення зерна забезпечує досягнення річного економічного ефекту з агрегату в сумі 3106,15 грн. з строком окупності 0,5 року. Дана характеристика стану охорони праці в господарстві,

приведені загальні вимоги з охорони праці при обслуговуванні корів, наведені ризики забруднення від використаних на фермі обладнання, а також заходи по захисту навколишнього середовища та зменшення ризиків по забрудненню природи.

