

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

ДІДИК НАЗАР РОМАНОВИЧ

**МЕХАНІЗОВАНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
КОРМОЦЕХУ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ЛІНІЇ ПРИГОТУВАННЯ ГРУБИХ
КОРМІВ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.37 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Аграрне виробництво, переробка
сільськогосподарської продукції та харчові технології»**

Особистий підпис – _____ Н. Р. Дідик

Науковий керівник – _____ К.Т.Н., доцент, О. О. Ревякіна
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

Зав. кафедри – _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

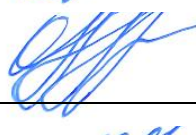
Декан факультету технологій та
інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Дідик Назар Романович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Ревякіна Ольга Олександрівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Механізоване забезпечення технологічних процесів кормоцеху з модернізацією лінії приготування грубих кормів
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ Дідик Н. Р.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Ревякіна О. О.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Механізоване забезпечення технологічних процесів кормоцеху з модернізацією лінії приготування грубих кормів» виконана на 65 сторінках пояснювальної записки з використанням 20 літературних джерел.

В роботі проведений розгляд наступного:

- обґрунтовано особливості застосування машинних систем у тваринництві;
- розглянуто основні показники якості грубих кормів;
- проведено детальний аналіз технологічних схем приготування кормів;
- обґрунтовано технічні засоби для подрібнення стеблових та вологих кормів.

Сучасне тваринництво неможливе без ефективного використання кормів, оскільки від їх якості та правильного приготування значною мірою залежить продуктивність та здоров'я тварин. Одним із ключових етапів у цьому процесі є механізоване забезпечення кормоцехів, що дозволяє підвищити продуктивність праці, зменшити втрати кормів і забезпечити їх рівномірне та якісне подрібнення.

Особливої уваги заслуговує підготовка грубих кормів, яка включає подрібнення, змішування та подачу сировини у кормосуміші. В умовах сучасних кормоцехів важливим є не лише наявність необхідного обладнання, але й його модернізація, що дозволяє оптимізувати технологічні процеси, скоротити витрати енергії та часу, а також забезпечити стабільну якість продукції.

Ключові слова: технологічні процеси приготування кормів, грубі корми, кормодробарка, якість кормових сумішей.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I ТЕОРЕТИЧНИЙ	7
1.1 Особливості застосування машинних систем у тваринництві.....	7
1.2 Зоотехнічні вимоги та методи підготовки кормів до згодовування.	10
1.3 Основні показники якості грубих кормів	12
Висновки до розділу I.....	20
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	21
2.1 Технологічні схеми приготування кормів	21
2.2. Технічні засоби для подрібнення стеблових і вологих кормів	23
2.3 Технічний контроль та ремонт обладнання кормоцеху	34
Висновки до розділу II.....	37
РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	38
3.1 Аналіз конструктивних рішень і технічних вимог до кормодробарок... 38	
3.2 Процес технологічної розробки універсальної кормодробарки	40
3.3 Розрахунки технологічних параметрів універсальної кормодробарки ..	42
Висновки до розділу III	55
РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ.....	56
4.1 Вимоги до робочих місць та організація трудового процесу	56
4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	58
4.3 Пожежна безпека та електробезпека в кормовиробництві	61
Висновки до розділу IV	64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	66

ВСТУП

Розвиток сучасного тваринництва неможливий без впровадження ефективних технологій приготування та роздавання кормів, оскільки саме рівень кормозабезпечення значною мірою визначає продуктивність тварин, собівартість продукції та економічну ефективність господарств у цілому. Особливе значення при цьому має механізоване забезпечення технологічних процесів кормоцехів, яке дозволяє зменшити трудомісткість робіт, підвищити продуктивність праці та забезпечити стабільну якість кормів.

Кормоцех є важливою складовою виробничої структури тваринницьких підприємств і призначений для приймання, зберігання, подрібнення, дозування, змішування та підготовки кормів до згодовування. Серед різних видів кормів значну частку в раціонах сільськогосподарських тварин займають грубі корми, такі як сіно, солома, сінаж та інші рослинні матеріали. Якість їх підготовки безпосередньо впливає на перетравність поживних речовин, поїдання корму та фізіологічний стан тварин.

У сучасних умовах експлуатації кормоцехів значна кількість технологічних ліній приготування грубих кормів морально та фізично застаріла, що призводить до перевитрат енергії, нерівномірності подрібнення, підвищеного зносу обладнання та зниження загальної ефективності виробництва.

Метою даної роботи є обґрунтування механізованого забезпечення технологічних процесів кормоцеху та розробка заходів з модернізації лінії приготування грубих кормів з метою підвищення її продуктивності, надійності та енергоефективності.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачається аналіз існуючих технологічних схем кормоприготування, вибір та обґрунтування складу машин і обладнання, а також оцінка ефективності запропонованих технічних рішень.

РОЗДІЛ І ТЕОРЕТИЧНИЙ

1.1 Особливості застосування машинних систем у тваринництві

Підвищення економічної ефективності тваринництва нерозривно пов'язане з вирішенням важливого соціального завдання, спрямованого на поліпшення умов праці робітників ферм.

Правильний шлях виконання завдань щодо збільшення виробництва продукції тваринництва – це механізація всіх технологічних процесів, яка відображає комплексну механізацію, що забезпечує значне підвищення продуктивності праці і створює такі виробничі умови, за яких можна уникнути тяжкої фізичної праці.

Застосування машинних систем у тваринництві відіграє ключову роль у підвищенні ефективності виробництва, зменшенні трудових витрат і покращенні умов праці. Сучасне тваринництво неможливо уявити без використання спеціалізованої техніки, яка охоплює всі етапи догляду за тваринами, їх годування, обробку та контроль здоров'я.

Машинні системи забезпечують точне і своєчасне виконання операцій, що сприяє оптимізації кормового процесу та підвищенню продуктивності тварин (рис. 1.1).

Комплексна механізація тваринництва передбачає механізацію всіх технологічних процесів на фермах, зокрема й найбільш трудомістких приготування і роздавання кормів, доїння корів і первинна обробка молока, стрижка овець та пакування вовни, збирання яєць та їх сортування, видалення і транспортування гною, посліду [12].

Найбільшого економічного ефекту досягають за комплексної механізації виробництва. Механізація окремих виробничих операцій або процесів навіть найсучаснішою технікою не дає вагомих результатів.

Комплексна механізація можлива за впровадження раціональної системи машин на основі техніко–економічних розрахунків, застосування сучасної технології виробництва, наукової організації праці.

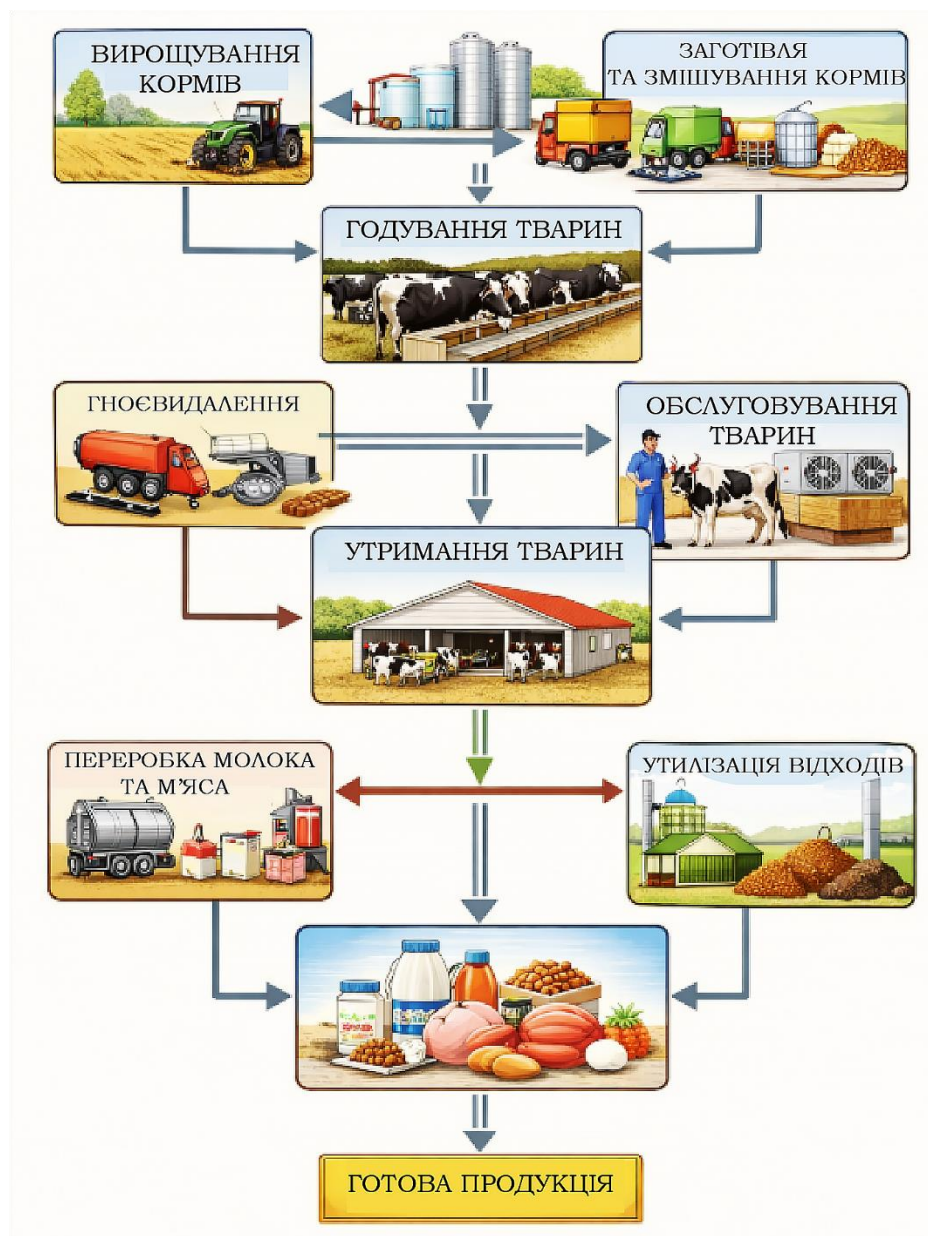


Рис. 1.1. Систематизація машинного комплексу у тваринництві.

Підвищення рівня комплексної механізації забезпечується реалізацією системи машин для комплексної механізації тваринництва. Особливостями системи машин є:

- впровадження прогресивних технологій, що забезпечують економію матеріалів, енергії, праці, скорочують витрати;
- придбання комплектів машин, зокрема для механізації допоміжних робіт, керування технологічними процесами;

- перехід від автоматизації окремих процесів до широкого впровадження автоматизованих технологічних ліній;
- підвищення якості техніки, ступеня уніфікації; – постачання машин та обладнання для малих ферм.

Комплексна механізація сприятиме: підвищенню продуктивності праці (на молочних фермах у 3-4 рази, на відгодівлі великої рогатої худоби – у 8-12 разів); механізації близько 50 операцій, що нині виконуються вручну; впровадженню нових технологічних процесів [2].

Необхідними умовами впровадження інтенсивних технологій у тваринництво є:

- забезпечення диференційованої годівлі тварин високоякісними кормами;
- застосування прогресивних систем утримання тварин;
- використання високопродуктивних порід тварин;
- комплексна механізація та автоматизація виробничих процесів;
- забезпечення висококваліфікованими кадрами.

Розвиток тваринництва потребує постійного впровадження інноваційних технологій, наприклад: автоматизованих систем контролю здоров'я тварин, роботизованих доїльних установок та сучасних кормових ліній.

Це дозволяє не лише підвищувати продуктивність і якість продукції, а й забезпечує економію ресурсів та покращення умов праці. Інтенсивний розвиток механізації та автоматизації сприяє формуванню сучасного високоефективного фермерського господарства, де поєднуються технологічна досконалість, економічна вигода та соціальна безпека працівників.

1.2 Зоотехнічні вимоги та методи підготовки кормів до згодовування.

Зоотехнічні вимоги до кормів і способів їх підготовки до згодовування є важливою складовою раціональної годівлі сільськогосподарських тварин, оскільки саме від якості кормів, їх поживної цінності та правильної технології підготовки залежить рівень продуктивності, здоров'я і відтворна здатність поголів'я.

Корми повинні відповідати біологічним потребам тварин за енергією, протеїном, клітковиною, мінеральними речовинами та вітамінами з урахуванням виду, віку, фізіологічного стану й напряду продуктивності. При цьому важливе значення має не лише хімічний склад кормів, а й їх фізичний стан, смакові властивості та засвоюваність (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Зоотехнічні вимоги та технології підготовки кормів до згодовування.

Заготівлю кормових культур слід здійснювати у фазу, коли вони характеризуються максимальною врожайністю та найвищою поживною цінністю. Якість кормів визначається не тільки рівнем поживних речовин, а й наявністю або відсутністю баластних, малокорисних чи навіть шкідливих домішок. Такі включення можуть спричиняти травмування або отруєння

тварин, а також знижувати ефективність роботи й надійність технологічного обладнання [11].

З метою запобігання зазначеним негативним явищам корми в процесі підготовки до згодовування підлягають очищенню. Допустимий рівень залишкових забруднень залежить від виду корму, характеру домішок та можливих наслідків їх наявності. Зокрема, вміст ґрунтових домішок не повинен перевищувати 1...2 %, піску – 0,3...1 %, металевих частинок розміром до 2 мм з тупими краями – не більше 30 мг на 1 кг корму, а насіння отруйних рослин – 0,25 %.

Важливою умовою ефективного використання кормів є забезпечення оптимального розміру кормових часток, який визначається біологічним видом і віком тварин та птиці, типом кормової сировини і способом згодовування (окремо або у вигляді гранул чи брикетів). З цією метою перед згодовуванням кормову сировину піддають подрібненню.

Однією з основних зоотехнічних вимог є висока якість і безпечність кормів. Вони не повинні містити плісняви, токсинів, шкідливих домішок, залишків отрутохімікатів чи сторонніх предметів. Зіпсовані або забруднені корми негативно впливають на обмін речовин, знижують апетит тварин і можуть спричиняти захворювання.

Тому під час заготівлі, зберігання та підготовки кормів необхідно дотримуватися відповідних санітарно-гігієнічних вимог і технологічних режимів.

Способи підготовки кормів до згодовування спрямовані на підвищення їх поживної цінності, поліпшення поїдання та засвоєння. Для грубих кормів, таких як сіно, солома чи сінаж, широко застосовують подрібнення, яке полегшує споживання корму, зменшує втрати та сприяє кращому перетравленню поживних речовин. У деяких випадках солону додатково піддають фізико-хімічній обробці, зокрема запарюванню або амонізації, що підвищує її кормову цінність і доступність клітковини.

Соковиті корми, зокрема коренеплоди та бульбоплоди, перед згодовуванням очищують від землі, миють і подрібнюють. Це не лише покращує санітарний стан корму, а й запобігає травмуванню тварин та полегшує процес поїдання.

Силос і сінаж повинні мати оптимальну кислотність, приємний запах і однорідну структуру, що свідчить про правильне проходження процесів консервування. Перед згодовуванням їх за потреби розпушують і змішують з іншими компонентами раціону.

Концентровані корми, такі як зерно злакових і бобових культур, найчастіше піддають подрібненню або плющенню. Це дозволяє підвищити доступність поживних речовин, особливо крохмалю і протеїну, та зменшити втрати корму. Для деяких видів тварин ефективним є термічне оброблення зерна, яке покращує його засвоюваність і знезаражує корм від шкідливих мікроорганізмів. Важливою вимогою є правильне поєднання та рівномірне змішування різних кормових компонентів. Приготування повнораціонних кормових сумішей забезпечує надходження всіх необхідних поживних речовин у кожній порції корму, що сприяє стабільному споживанню та ефективному використанню кормів. Особливо це актуально для високопродуктивних тварин, чутливих до дисбалансу раціону.

Отже, способи обробки та заготовки кормів мають комплексний характер і охоплюють питання якості, безпечності, поживної цінності та технології обробки. Їх дотримання забезпечує повноцінну годівлю тварин, підвищує ефективність використання кормових ресурсів і є необхідною умовою отримання високих і стабільних показників продуктивності.

1.3 Основні показники якості грубих кормів

Грубі корми (сіно, солома, полова тощо) займають важливе місце у структурі кормової бази та переважно використовуються в зимовий період. Основні показники якості грубих кормів подано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Основні критерії оцінювання якості грубих кормів

Показник	Одиниця виміру	Метод визначення	Норма / Рекомендовані значення	Значення для тварин
Вологість	%	Сушіння в термостаті при 105°C до постійної маси	≤ 14-18% (для сіна)	Занадто висока – ризик плісняви; занадто низька – висока крихкість
Сира клітковина	%	Хімічний аналіз (метод Ван-Сохта)	20-35% (для грубих кормів)	Впливає на перетравлюваність, стимулює жування та травлення
Сира протеїн	%	Кьельдаля	6-16% (залежно від виду рослин)	Джерело азоту для мікрофлори рубця та росту тварин
Зола (мінералізація)	%	Спалювання при 550°C	≤ 8%	Надлишок може знизити перетравлюваність, дефіцит – нестача мінералів
Лігнін	%	Хімічний аналіз	3-8%	Високий вміст знижує засвоюваність клітковини
Калорійність (перетравна енергія)	МДж/кг	Розрахункова / лабораторна	7-9 МДж/кг	Визначає енергетичну цінність корму
Смакові якості		Візуальна оцінка, поїдання тваринами	Добре споживається	Впливає на споживання корму
Структура (дробленість, довжина стебел)	см	Візуальна оцінка	3-8 см (для сіна)	Забезпечує оптимальне жування та формування кульки корму у рубці
Вміст антигормональних речовин	%	Хімічний аналіз	Мінімальний	Високий вміст може негативно впливати на ріст та продуктивність

Їх поживна цінність у годівлі тварин є значною. Завдяки високому вмісту клітковини ці корми забезпечують необхідний об'єм раціонів, сприяють нормальній роботі шлунково-кишкового тракту та активізують виділення травних соків [18].

Особливо важливу роль грубі корми відіграють у годівлі жуйних тварин. Вони створюють сприятливі умови для інтенсивного перебігу бродильних процесів у передшлунках, зумовлюючи активний розвиток мікроорганізмів, які беруть участь у біосинтезі мікробного білка, амінокислот, вітамінів групи В і летких жирних кислот.

Згодовування сіна телятам і ягнятам у ранньому віці стимулює розвиток передшлунків, що дає можливість раніше переводити їх на рослинні корми. Сіно є незамінним компонентом раціонів новотільних корів, оскільки серед об'ємних кормів воно є єдиним джерелом вітаміну В, необхідного для регуляції мінерального обміну в організмі тварин.

Варто підкреслити, що для жуйних істот важливу роль у нормалізації травлення та обміну речовин відіграє ступінь подрібнення грубих кормів. Їхнє згодовування у вигляді борошна може призвести до порушень травних процесів і обміну речовин.

Сіно отримують шляхом висушування скошеної трави до вологості 15-17 % у польових умовах або штучно за допомогою спеціальних агрегатів. Харчова цінність сіна залежить від ботанічного складу рослин, фази вегетації на момент скошування, умов вирощування, заготівлі та зберігання. В середньому 1 кг сіна містить 0,4-0,5 кормових одиниць, 40-80 г перетравного протеїну, 3-9 г кальцію, 1-4 г фосфору, 10-35 мг каротину, 1-2,5 % жиру, 25-30 % клітковини та 38-42 % безазотистих екстрактивних речовин.

Під час висушування трав у рослинах відбуваються складні біохімічні процеси, що супроводжуються втратою поживних речовин. У свіжоскошеній траві клітини ще функціонують, споживаючи резервні вуглеводи, які окислюються до CO_2 і води. При цьому частково руйнуються білки та окислюється каротин. Загальні втрати органічної речовини можуть сягати 1 % на добу. Коли втрачається 40-50 % вологи, клітини відмирають і настає фаза автолізу, під час якої ферменти руйнують речовини, а енергетична цінність сіна знижується на 20-25 %.

При висушуванні трав у польових умовах втрати поживних речовин через біохімічні процеси, механічні ушкодження під час скошування, згрібання та транспортування можуть становити 30-40 %, а каротину – до 90 %. Заготівля сіна в дощову погоду призводить до втрат понад 50 %. Зволоження трав росою або дощем у фазі автолізу спричиняє розвиток мікробіологічних процесів, вимивання розчинних речовин та потемніння сіна. На вологій масі за високої температури можуть розвиватися плісняві гриби, що роблять корм токсичним.

Технологія заготівлі сіна включає декілька етапів. При розсипному способі траву скошують, а бобові культури для швидшого висихання можна плющити; за потреби її розтрушують. Коли втрачається 45-55 % вологи, сіно згрібають у валки, досушують до вологості 22-35 % і підбирають у копиці, а при вологості не вище 20 % його скиртують. Під час скиртування сіно з підвищеною вологістю перекладають сухою соломою або посипають кухонною сіллю – по 8-12 кг на 1 т сіна кожні 40-50 см шарів [1].

Подрібнене сіно має ряд переваг: його краще споживають тварини, можна механізувати роздавання і змішувати з іншими кормами. Однак під час заготівлі подрібненого сіна зростають механічні втрати. Його заготовляють, досушуючи траву у валках до вологості 20 %, після чого підбирають з одночасним подрібненням і транспортують у сіноховища. Оптимальна довжина подрібненого сіна становить 8-10 см.

Для заготівлі пресованого сіна масу з вологістю 25-30 % збирають прес-підбирачем і формують прямокутні кили вагою близько 25 кг, які обв'язують шпагатом або дротом, або циліндричні рулони вагою 250 кг–1 т. Кили досушують на полі під сонцем, після чого підбирають і транспортують на зберігання.

Сіно також можна брикетувати, поєднуючи переваги подрібненого та пресованого варіантів. Це дозволяє відмовитися від в'язального матеріалу та зменшує обсяг сіна, що полегшує транспортування, зберігання та роздавання

тваринам. Для брикетування масу збирають з валків при вологості 15-18 %, бо за більшої вологості брикети після висихання розсипаються [7].

Щоб зменшити втрати поживних речовин під час сушіння, застосовують активне вентиляювання розсипного, подрібненого та пресованого сіна в скиртах або сіносховищах. Масу, прив'ялену до вологості 35-40 %, укладають пошарово на трапецієподібний дерев'яний або металевий каркас (повітророзподільник) висотою кожного шару 1,5-2 м і пропускають через неї гаряче або холодне повітря за допомогою вентилятора. Перші два дні вентиляцію проводять безперервно, після чого, коли верхні шари стають сухими, – періодично. Після висихання першого шару сушать наступний і продовжують так доти, поки загальна висота скирти не досягне 4-5 м. Використання активного вентиляювання при заготівлі сіна сприяє кращому збереженню поживних речовин.

Сіно залежно від ботанічного складу та умов вирощування трав поділяють на чотири види: сіяне бобове, сіяне злакове, сіяне бобово-злакове та сіно природних сіножатей. За якістю всі види сіна класифікують на три класи: перший, другий та третій. Якщо сіно не відповідає вимогам класного, його відносять до некласного (нестандартного). У бобовому сіні першого класу повинно бути не менше 90 % бобових рослин, другого – 75 %, третього – 60 %. Аналогічні вимоги щодо вмісту злакових рослин застосовують до злакового сіна, а бобово-злакове містить бобових трав відповідно 50, 35 та 20 %. Для сіна природних сіножатей допускається вміст отруйних і шкідливих трав: для першого класу – до 0,5 %, другого та третього – до 1 %.

Під час органолептичної оцінки сіна визначають колір, запах, фазу збирання трав (за наявністю суцвіть або насіння, кольором), облистяність, вологість, запиленість, вміст неїстівних домішок та ознаки псування. Якщо зразок містить понад 10 % зіпсованого сіна, його використання на корм можливе лише за висновком ветеринарного фахівця.

При штучному зневодненні подрібненої трави на високотемпературних установках типу АВМ до вологості 10-12 % отримують трав'яне борошно або

трав'яну січку, що виключає потребу додаткового подрібнення. 1 кг свіжовиготовленого трав'яного борошна містить 0,65-0,75 кормових одиниць, 80-120 г перетравного протеїну та 150-250 мг каротину. Для кращого збереження каротину (який окиснюється повітрям) трав'яне борошно гранулюють, зберігають у паперових або поліетиленових мішках і обробляють антиокислювачами.

При подрібненні сіна за допомогою дробарки утворюється сінне борошно. Його поживність нижча, ніж у трав'яного, і залежить від якості вихідного сіна. Трав'яне та сінне борошно використовують для різних видів та груп тварин. Коровам і бугаям його додають у раціон у кількості 1-2 кг, молодняку великої рогатої худоби – 0,5-1 кг, вівцям – 0,05-0,3 кг залежно від віку, свинюматкам і кнурам – 0,3-0,8 кг, поросяткам – 0,03-0,2 кг. Для птиці в комбікормі вводять 3-5 % трав'яного борошна за масою.

Солома – це стебла злакових і бобових культур після обмолоту. Вона містить 32-37 % клітковини, 4-7 % протеїну, 1-2 % жиру, 30-40 % безазотистих екстрактивних речовин та 4-7 % золи. Яра солома порівняно з озимою має трохи менше клітковини та більше протеїну. Енергетична цінність 1 кг соломи озимих злаків становить 0,20-0,22 кормових одиниць, а ярих – 0,25-0,30. Солома бобових містить більше протеїну та мінеральних речовин, ніж злакових.

Через низьку поживність солому використовують як баластний корм для додання раціонам об'єму та забезпечення нормального травлення у жуйних при згодовуванні водянистих і гранульованих кормів. Дорослій великій рогатій худобі на день дають 5-6 кг соломи, робочим коням – до 5 кг, вівцям – 1-2 кг. Телятам до 9 місяців і плідникам її згодовувати не рекомендується.

Якщо солома є основним грубим кормом у раціоні, її слід обробляти перед використанням. Підготовлена солома поїдається тваринами краще: так, корови споживають 2-3 кг непідготовленої соломи, а здобреної коренеплодами та концентрованими кормами – 5-6 кг.

Існує багато методів підготовки соломи до згодовування, які поділяють на три групи:

- фізико-механічні: подрібнення, запарювання, заварювання, здобрювання, гранулювання, екструдкування, автоклавування;
- біологічні: самозігрівання, силосування, дріжджування, обробка ферментними препаратами;
- хімічні: вапнування, кальцинування, обробка лугами, кислотами тощо.

Подрібнення соломи на січку є найпоширенішим методом її підготовки до годівлі. Перед використанням січку зволожують підсоленою водою, додають подрібнені коренеплоди, концентровані корми, а також заварюють, запарюють чи обробляють хімічними засобами. Для великої рогатої худоби солону подрібнюють на шматочки довжиною 4-5 см, для овець і коней – 2-3 см.

Січку заварюють окропом, що покращує її смакові властивості та підвищує поїдання. На 100 кг січки витрачають до 100 л кип'яченої води. При температурі 80-90 °C вуглеводи соломи карамелізуються, надаючи січці приємного аромату.

Запарювання здійснюють у спеціальних ємностях, пропускаючи через зволожену масу пару від котлів–пароутворювачів протягом 30-40 хв, після чого ємність залишають закритою під паром на 4-6 год. Згодовують січку теплою, при температурі 30-35 °C.

Ефективними є також термічна обробка соломи в автоклавах (баротермічна), гранулювання та екструдкування. Після термічної обробки солома стає м'якою, набуває приємного запаху та знешкоджується від мікробних токсинів.

Для самозігрівання січку зволожують водою (60-70 % від маси соломи), щільно укладають у спеціальні ящики або облицьовані ями, накривають кришкою і кладуть зверху гніт (вантаж), залишаючи на 3-4 дні. У вологій соломі температура підвищується до 50 °C і вище, вона стає м'якою та трохи

прілуваюто, придатною для годування великої рогатої худоби, але не рекомендується для коней.

Солому також можна силосувати. Часто її силосують разом із зеленою масою високої вологості, укладаючи пошарово та змішуючи з подрібненими коренеплодами чи баштанними культурами. При силосуванні чисту соломку зволожують водою (70 кг/ц), додають бактеріальні закваски (10 г/т) та ферментні препарати. Через низький вміст цукрів у соломі додають житнє борошно (2-2,5 кг/т), меласу або молочну сироватку. Засилосовану соломку ретельно вкривають і через 4-5 тижнів вона готова до використання.

Фізична обробка соломи перед годівлею покращує її поїдання і практично не зменшує енергетичну цінність. Хімічна та термічна обробка підвищує її перетравність і поживність у 1,5-2 рази. Під дією лугів і кислот порушуються зв'язки целюлози з інкрустуючими речовинами, розчиняються пектинові речовини та частково лігнін, що полегшує ферментам травних соків проникати до клітинного вмісту.

Існують різні методи хімічної обробки. Найпоширеніший – вапнування: на 1 т соломи витрачають 30 кг негашеного вапна, розведеного у 1,5-2 т води. Солому змочують, складають купами і витримують 24 год, після чого дають тваринам. Її також обробляють їдким натром (30-40 кг на 1 т сухої соломи), зволожуючи концентрованим розчином і залишаючи на 12-24 год перед використанням.

Для збагачення протеїном соломку обробляють водним розчином аміаку 25%: скирту вкривають плівкою, додають 120 кг аміачної води на 1 т соломи, залишають на 10-15 днів, потім відкривають для видалення надлишку аміаку і через 2-3 дні дають тваринам.

Окрім соломи, у раціоні використовують стрижні кукурудзяних качанів (0,37 к. од. і 13-15 г перетравного протеїну) та кошики соняшнику (0,13 к. од. і 19 г перетравного протеїну), які подрібнюють і дають у суміші з іншими кормами.

Запаси грубих кормів визначають за об'ємом скирти і масою 1 м³ сіна чи соломи. Маса 1 м³ сіна залежно від ботанічного складу через 30 днів після скиртування становить 50-70 кг, а соломи через 45 днів – 35-50 кг без полови та 40-60 кг із половиною.

Полову отримують під час обмолоту зерна. До її складу входять плітки зерен, дрібні частинки стебел, пошкоджені колоски та домішки бур'янів. Вона має вищу поживність порівняно з соломою – 0,30-0,40 кормових одиниць. Найціннішими є полова гречана, лляна та конюшинова, яку переважно дають свиням. Полова злакових і бобових культур використовується для годівлі жуйних тварин і коней. Перед згодовуванням полову остистих злаків запарюють, оскільки ості можуть подразнювати слизову оболонку ротової порожнини. Господарську оцінку грубих кормів проводять органолептично відповідно до вимог галузевих стандартів.

Висновки до розділу I

У розділі було обґрунтовано особливості застосування машинних систем у тваринництві, підкреслено їхнє значення для підвищення ефективності виробничих процесів та полегшення праці.

Проведено аналіз зоотехнічних вимог до кормів та методів їх підготовки та обробки. Зроблено оцінку, яким чином ступінь та спосіб подрібнення грубих кормів позначається на травленні у тварин.

Розглянуто основні показники якості грубих кормів, що мають велике значення для забезпечення нормального розвитку та продуктивності тварин.

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Технологічні схеми приготування кормів

Технологічні схеми приготування кормів являють собою сукупність взаємопов'язаних процесів, спрямованих на підготовку різних видів кормової сировини до згодовування тваринам з урахуванням їхніх біологічних потреб і зоотехнічних вимог. У сучасному тваринництві ці схеми будуються таким чином, щоб забезпечити збереження поживних речовин, підвищення засвоюваності кормів і раціональну організацію виробничого процесу.

Вибір технології приготування кормів визначається наявністю та якісними показниками кормової сировини, біологічними особливостями тварин (їх видом і віком), а також установленим типом годівлі.

У широкому розумінні технологія кормоприготування являє собою систему взаємопов'язаних прийомів і операцій з обробки кормових компонентів, що виконуються у певній послідовності з метою отримання кормів, повністю придатних для згодовування тваринам (рис. 2.1).

Процес приготування кормів зазвичай починається з приймання та зберігання сировини. Зернові, грубі, соковиті та концентровані корми надходять на кормоцех або кормокухню, де здійснюється їх первинний контроль якості, очищення від домішок і розміщення у відповідних сховищах. У цей період важливим є дотримання умов зберігання, зокрема вологості та температури, оскільки це впливає на запобігання псуванню кормів і втратам поживних речовин.

Наступним етапом технологічної схеми є підготовка кормів до обробки. Для зернових компонентів це може бути попереднє очищення, сортування та, за потреби, підсушування. Грубі корми, такі як сіно чи солома, подаються на подрібнення, яке забезпечує оптимальну довжину частинок для кращого поїдання і перетравлення. Соковиті корми, зокрема коренеплоди та силос, можуть проходити операції миття, подрібнення або

різання, що сприяє рівномірному змішуванню з іншими компонентами раціону.

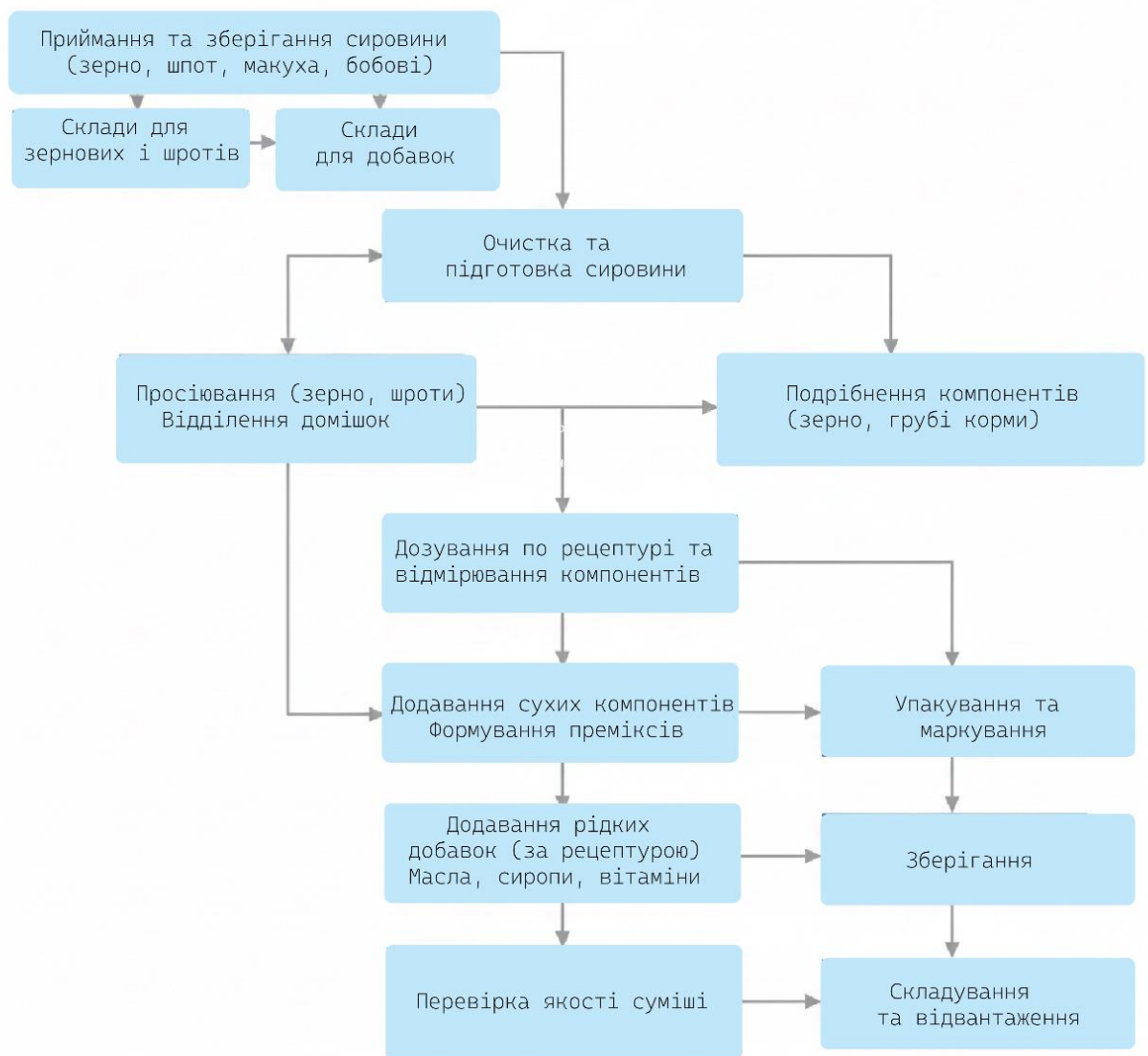


Рис. 2.1. Найбільш уживані технологічні схеми підготовки кормових компонентів до згодовування та приготування кормових сумішей.

Важливим елементом технологічної схеми є механічна та, за необхідності, фізико-хімічна обробка кормів. Подрібнення зерна і грубих кормів здійснюється з використанням кормодробарок, подрібнювачів або млинів, що дозволяє регулювати фракційний склад готового продукту. В окремих схемах передбачається термічна обробка, пропарювання або зволоження кормів, що підвищує їх поживну цінність і знезаражує сировину.

Після підготовки та обробки кормові компоненти надходять на етап дозування і змішування. Дозування виконується відповідно до рецептур раціонів, що забезпечує точне співвідношення поживних речовин. Змішування здійснюється у спеціальних змішувачах різної конструкції, де досягається однорідність кормосуміші. У разі приготування повнораціонних кормів або комбікормів до суміші можуть додаватися премікси, мінеральні добавки та вітаміни.

Завершальним етапом технологічної схеми є подача готових кормів до місць згодовування або їх тимчасове зберігання. Готова кормосуміш може транспортуватися конвеєрами, шнеками чи пневмотранспортом безпосередньо у годівниці або у накопичувальні бункери. При цьому важливо зберігати однорідність суміші та запобігати її розшаруванню.

Таким чином, технологічні схеми приготування кормів являють собою безперервний і логічно побудований процес, у якому кожна операція пов'язана з попередньою та наступною. Їх раціональна організація забезпечує високу якість кормів, ефективне використання сировини та підвищення продуктивності тварин.

2.2. Технічні засоби для подрібнення стеблових і вологих кормів

У технологічних лініях приготування кормів, а також у вигляді окремих самостійних агрегатів, для подрібнення кормової сировини застосовують спеціалізовані, універсальні та комбіновані машини.

До спеціалізованих, зокрема, належить подрібнювач грубих кормів ПГК–30Б. Значно ширший спектр застосування має подрібнювач ПКВ-5А «Волгарь-5», який може переробляти зелені, силосні й грубі корми, коренебульбоплоди, а також окремі інші види кормової сировини.

Комбіновані машини поєднують виконання кількох технологічних операцій. Так, подрібнювач ПКС–3А забезпечує одночасне подрібнення

окремих компонентів (стеблової маси, коренебульбоплодів тощо) та їх змішування між собою і з додатковими інгредієнтами.

Подрібнювач грубих кормів ПГК-30Б призначений для подрібнення соломи, сіна й інших грубих кормів у розсипному вигляді з вологістю до 25 %. Машина випускається у двох виконаннях: з приводом від вала відбору потужності трактора класу 1,4 (ПГК-30Б-I) та зі стаціонарним електроприводом потужністю 30 кВт (ПГК-30Б-II) [15].

Подрібнювач (рис. 2.2) включає живильний механізм, подрібнювальний вузол, захисний кожух і несучу раму. Живильник обладнаний горизонтальним та похилим ущільнювальними конвеєрами й призначений для відділення каміння та інших важких домішок, які через спеціальний отвір у нижній частині приймальної камери випадають із шару грубих кормів. Основні показники роботи подрібнювача ПГК-30Б наведено у таблиці 2.1.

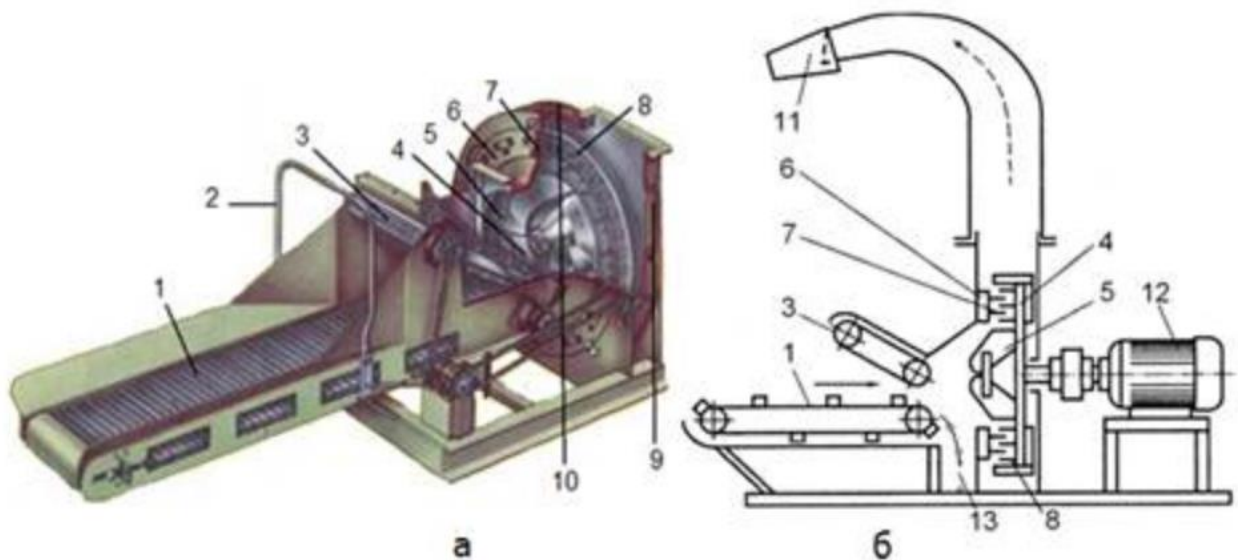


Рис. 2.2. Загальна будова (а) та конструктивно-функціональна схема (б) подрібнювача ПГК-30Б: 1 – горизонтальний конвеєр; 2 – важіль механізму керування конвеєрами; 3 – похилий конвеєр; 4 – рухомий диск; 5 – лопаті вентилятора; 6 – нерухомий диск; 7 – нерухомі штифти; 8 – штифти рухомого диска; 9 – люк; 10 – кожух подрібнювача, 11 – дефлектор; 12 – електродвигун, 13 – уловлювач важких включень.

Подрібнювальний вузол утворений двома рядами нерухомих і трьома рядами рухомих штифтів, закріплених відповідно на стаціонарному та обертовому дисках. Кожух подрібнювального апарата оснащений дефлектором для відведення готового продукту, а також оглядовим люком для контролю його роботи.

Грубі корми транспортуються горизонтальним конвеєром, після чого ущільнюються похилим транспортером і подаються до приймальної камери. Далі матеріал захоплюється лопатями вентилятора та спрямовується до подрібнювального вузла. Після проходження між штифтами подрібнена солома або сіно повітряним потоком через трубопровід виводяться з машини [11].

Таблиця 2.1

Технічна характеристика подрібнювача кормів ПГК–30Б

Показник	Значення
Тип машини	Стаціонарний молотковий подрібнювач кормів
Призначення	Подрібнення грубих, соковитих і концентрованих кормів
Марка	ПГК–30Б
Продуктивність, т/год	до 30
Потужність електродвигуна, кВт	30
Частота обертання ротора, об/хв	3000
Тип робочого органу	Молотковий ротор
Кількість молотків, шт.	48
Розмір частинок після подрібнення, мм	2-20 (залежно від решета)
Тип завантаження	Механізоване
Тип вивантаження	Пневматичне або механічне
Напруга живлення, В	380
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	приблизно 1600 × 1200 × 1800
Маса, кг	близько 950

Ступінь подрібнення регулюють симетричним змінюванням кількості штифтів у подрібнювальному механізмі. Окрім цього, під час переробки сировини з вологістю понад 20 % для зменшення швидкості подачі на вал

редуктора встановлюють зірочку з 15 зубцями, а на проміжний вал – зірочку з 20 зубцями.

Подрібнювач кормів ПКВ–5А «Волгарь-5» призначений для подрібнення соковитих і грубих кормів (соломи, коренебульбоплодів, баштанних культур, зеленої маси, сінажу, сіна), а також риби (рис. 2.3).

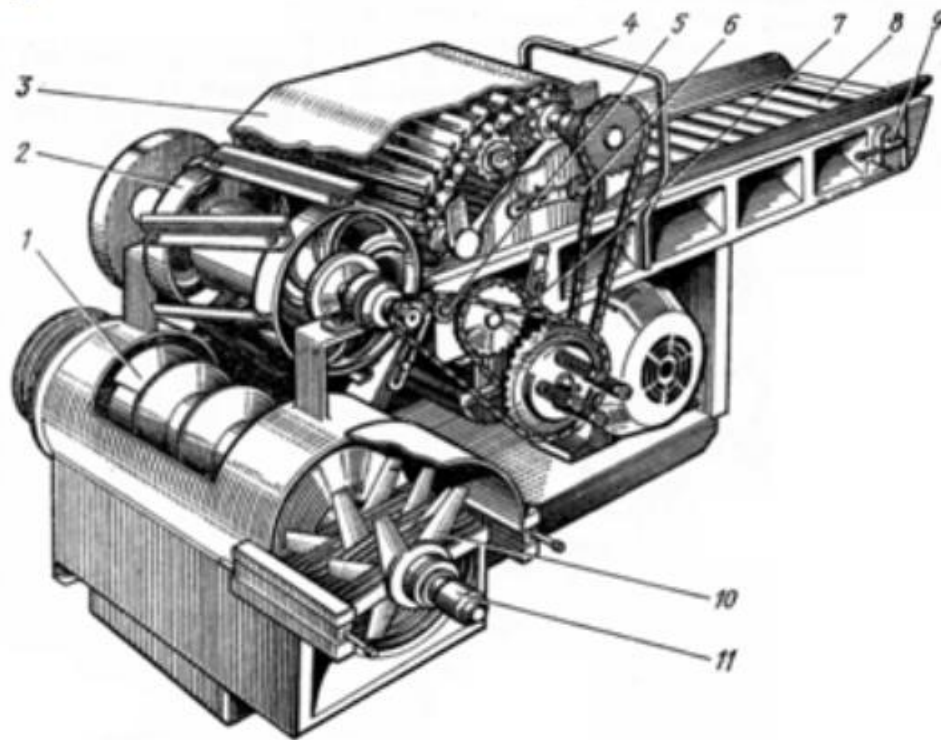


Рис. 2.3. Загальна будова подрібнювача ПКВ–5А «Волгарь-5»: 1 – шнек; 2 – апарат первинного різання; 3 – кришка пресувального транспортера; 4 – скоба керування; 5,6,7 – натяжні зірочки; 8 – подавальний транспортер; 9 – натяжний пристрій подавального транспортера; 10 – апарат вторинного різання; 11 – автомат відключення

Його можна застосовувати як у складі поточкових ліній кормоцехів, так і як окрему установку. Конструкція подрібнювача включає горизонтальний і похилий конвеєри, ножовий барабан першого ступеня подрібнення, протирізальну пластину, пристрій для заточування, шнек, подрібнювальний апарат другого ступеня та електродвигун.

Сировину подають на горизонтальний конвеєр, який у взаємодії з похилим конвеєром ущільнює матеріал і спрямовує його до різального

апарата першого ступеня, де здійснюється попереднє подрібнення. Далі шнек транспортує напівфабрикат до апарата другого ступеня, в якому матеріал подрібнюється до необхідної фракції. Готовий продукт виводиться через нижній отвір у корпусі машини.

Апарат первинного різання 2 використовується для попереднього подрібнення корму та включає ріжучий барабан і протирізальну пластину. Ріжучий барабан виконаний у вигляді трубчастого вала з двома встановленими на ньому дисками, на яких закріплено вісім спіральних ножів.

Вал ріжучого механізму обертається в підшипниках, запресованих у корпус. Протирізальна пластина жорстко закріплена на рамі транспортера.

Апарат вторинного різання 10 призначений для остаточного подрібнення кормової маси. Його конструкція складається з вала з живильним шнеком 1, а також рухомих і нерухомих ножів. Рухомі ножі встановлені на ялицевій втулці, тоді як нерухомі закріплені до корпусу подрібнювача за допомогою планок.

Розмір частинок продукту (рис. 2.4) регулюють шляхом зміни положення першого рухомого ножа відносно кінця витка шнека, а також варіюванням кількості ножів у механізмі другого ступеня. Під час подрібнення кормів для птиці перший рухомий ніж монтується на зовнішні шліці втулки таким чином, щоб кут між його лезом і кінцем витка шнека становив 9° , а для кормів свиней – 54° .

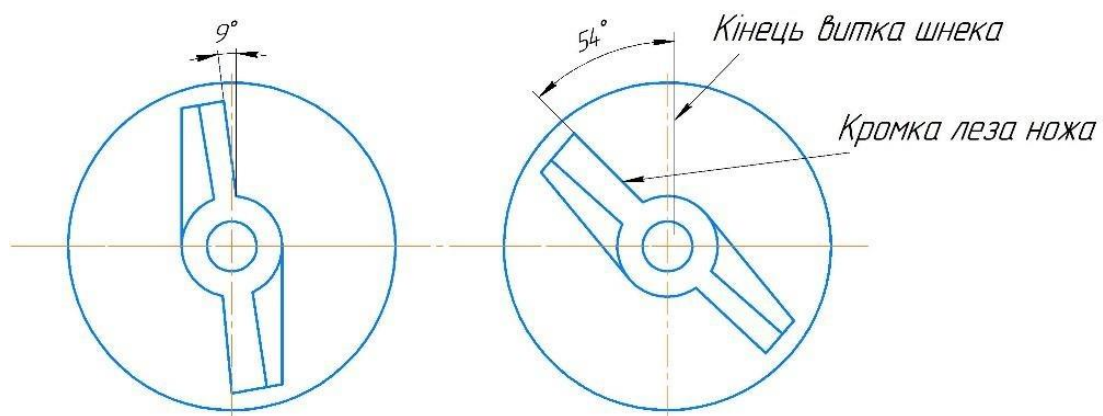


Рис. 2.4. Схема регулювання крупності продукту подрібнювача ПКВ-5А «Волгарь-5».

Кожен наступний ніж розміщують зі зміщенням проти напрямку руху по спіралі на 72° відносно попереднього. Після цього втулку з установленими ножами насаджують внутрішніми шліцами на вал, фіксуючи її в необхідному положенні. На вал встановлюють фланець і з'єднують його з фланцем втулки за допомогою зрізного штифта.

Ножі, встановлені на барабані першого ступеня подрібнення, загострюють без демонтажу безпосередньо на машині. Рухомі та нерухомі ножі апарата другого ступеня знімають, по черзі заточують і після цього знову монтують на робочі місця [14].

Для забезпечення якісного різання зазор між ріжучими крайками ножів апарата першого ступеня та протирізальною пластиною повинен становити 0,5-1,0 мм. Регулювання цього зазору здійснюють переміщенням барабана разом із вальницями за допомогою регулювальних гвинтів. Необхідний зазор між лезами рухомих і нерухомих ножів апарата другого ступеня (0,05-0,70 мм) досягається підбором товщини кілець і прокладок, а також переміщенням опор разом із блоком нерухомих ножів. Основні характеристики подрібнювача ПКВ-5А «Волгарь-5» наведено у таблиці.2.2.

Таблиця 2.2

Основні технічні показники подрібнювача кормів ПКВ-5А «Волгарь-5»

Показник	Значення
Тип робочого органа	Барабанно-ножовий
Кількість робочих органів активних пасивних	6/9* 1/9*
Частота обертання вала подрібнювального апарата, об/хв.	730/1000*
Продуктивність під час подрібнення, т/год соломи зеленої маси	1 5
Довжина часток, мм	20...80/2...10*
Потужність електродвигуна, кВт	22

Подрібнювач–змішувач кормів ПЗК-3А призначений для подрібнення стеблових кормів, коренеплодів та деяких інших видів сировини, а також для приготування сумішей із додаванням подрібнених концентратів, мінеральних добавок і поживних розчинів (рис. 2.5). Пристрій застосовується на фермах великої рогатої худоби в складі обладнання кормоцехів та ліній переробки соломи [17].

Подрібнювач–змішувач кормів ПЗК-3А призначений для механізованого подрібнення та змішування різних кормових компонентів у сільському господарстві.

Машина забезпечує рівномірне подрібнення грубих і соковитих кормів до заданої фракції, що сприяє кращому перетравленню та засвоєнню кормів тваринами. ПЗК-3А обладнаний надійним приводом, який дозволяє працювати безперервно протягом тривалого часу, а також має бункер для завантаження компонентів і робочий барабан із ножами для подрібнення.

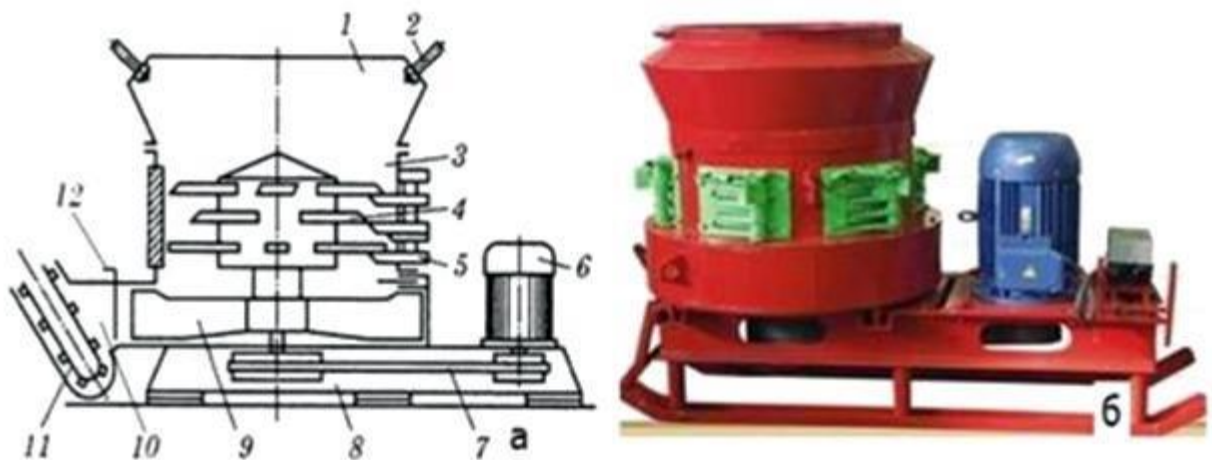


Рис. 2.5. Конструктивно–функціональна схема (а) та загальний вигляд подрібнювача-змішувача кормів ПЗК-3А: 1 – приймальна камера; 2 – розбризкувач; 3 – робоча камера; 4 – ротор із ножами; 5 – нерухомі ножі (протирізальні елементи); 6 – електродвигун; 7 – клинопасова передача; 8 – рама; 9 – лопатевий кидальник; 10 – вивантажувальна камера; 11 – конвеєр, 12 – шибєр (заслінка).

Крім того, агрегат оснащений системою перемішування, що забезпечує однорідність кормової суміші, та пристроями для регулювання швидкості подрібнення і інтенсивності змішування. Конструкція подрібнювача—змішувача ПЗК-3А відрізняється міцністю та стійкістю до зношування, що гарантує довгий термін експлуатації навіть за інтенсивного використання. Машина дозволяє економити час і трудові ресурси на підготовку кормів, підвищуючи ефективність годівлі тварин.

Подрібнювач ПКМ-Ф-10 призначений для очищення коренебульбоплодів від важких домішок, їх миття та подрібнення для годівлі свиней і великої рогатої худоби (рис. 2.6).

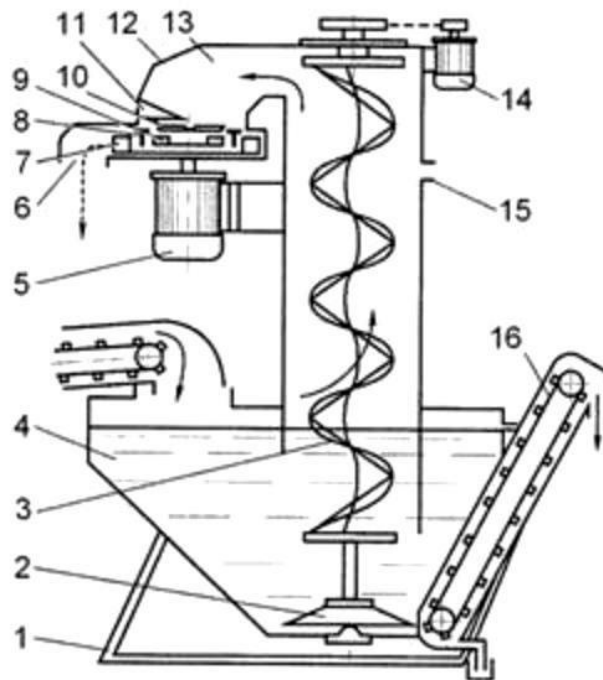


Рис. 2.6. Конструктивно—функціональна схема подрібнювача ПКМ-Ф-10: 1 — рама; 2 — диск-активатор; 3 — шнек мийки; 4 — ванна; 5, 14 — електродвигуни; 6 — вивантажувальний лотік; 7 — вивантажувальні лопаті; 8 — дека; 9 — вертикальні ножі; 10 — горизонтальні ножі; 11 — протиризальний елемент; 12 — кожух; 13 — камера коренерізки; 15 — зрошувач; 16 — конвеєр для видалення каміння.

Машину можна інтегрувати в поточні технологічні лінії кормоприготування на тваринницьких фермах, обладнаних водопостачанням

і каналізацією, або використовувати як автономний агрегат [8]. До складу робочих органів входять: шнек мийки з диском-активатором, горизонтально-дискова коренерізка та конвеєр для видалення каміння.

Він характеризується надійною конструкцією, яка забезпечує стабільну роботу навіть при інтенсивному використанні. Робочий орган подрібнювача забезпечує рівномірне подрібнення кормових компонентів до необхідної фракції, що сприяє кращому перетравленню і засвоєнню корму тваринами.

Обладнання відзначається високою продуктивністю та економічністю, потребує мінімального обслуговування і відрізняється довговічністю. Крім того, ПКМ-Ф-10 дозволяє швидко обробляти великі об'єми кормів, що робить його зручним для використання на фермах різного масштабу. Безпека конструкції та простота експлуатації роблять його доступним для роботи навіть персоналу з базовою технічною підготовкою.

Розглянемо машини, призначені для подрібнення концентрованих кормів. У сучасному сільськогосподарському виробництві та комбікормовій промисловості дедалі ширше застосовують молоткові подрібнювачі та розроблені на їх основі комбіновані установки. Вони відзначаються високою універсальністю, простою конструкцією та легкістю в обслуговуванні, а також надійністю і тривалим терміном служби.

Такі подрібнювачі забезпечують ефективне дроблення зернових і гранульованих кормів до необхідної фракції, що підвищує засвоюваність поживних речовин тваринами. Крім того, комбіновані установки дозволяють поєднувати подрібнення з просіюванням або змішуванням, що значно скорочує технологічний цикл і підвищує продуктивність кормоприготування. Завдяки цьому вони широко використовуються як на великих комбікормових підприємствах, так і на фермерських господарствах.

Кормодробарка «Українка» КДУ-2 є універсальним обладнанням, призначеним для подрібнення різних видів зерна, кукурудзяних качанів, сіна, зеленої маси, силосу та коренеплодів (рис. 2.7). Також на ній можна готувати суміші з двох–трьох компонентів і збагачувати їх рідкими добавками.

Дробарка включає завантажувальний бункер, молотковий ротор, решета, різальний апарат, горизонтальний та похилий конвеєри живильного механізму, циклон, шлюзовий затвор, вентилятор і електродвигун.

Різальний апарат складається з барабана з трьома криволінійними ножами та протиризальної пластини. Протиризальна пластина обладнана додатковою регулювальною пластинкою для контролю зазору відносно робочої поверхні конвеєра, що запобігає затягуванню корму в щілину між ними.

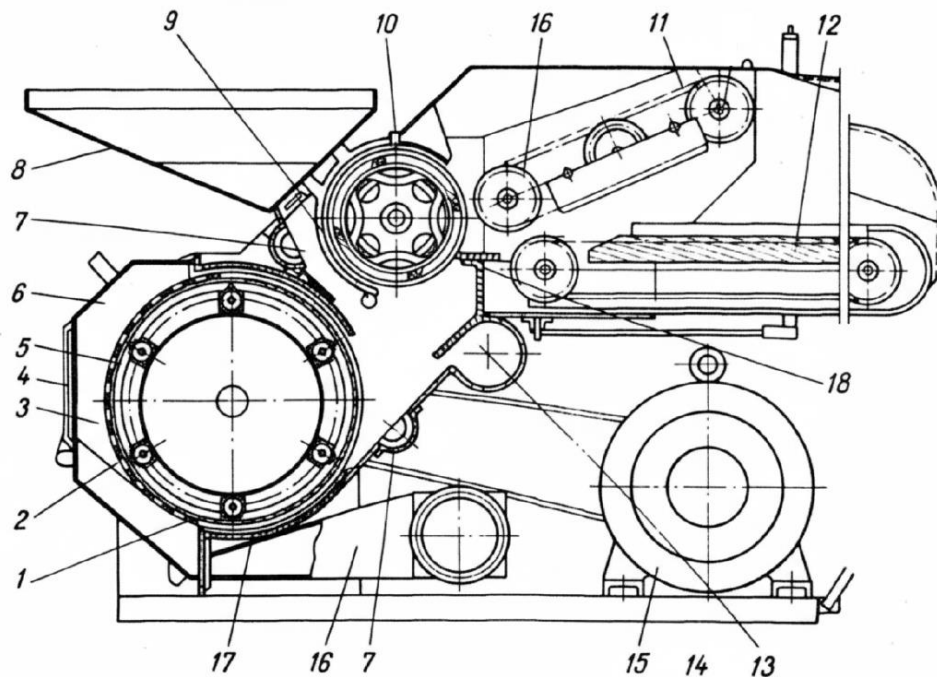


Рис. 2.7. Схема дробарки КДУ-2 (розріз): 1 – дробильний барабан; 2 – змінне решето; 3 – ґратована камера; 4 – люк викиду; 5 – вставна викидна горловина; 6 – кришка дробильної камери; 7 – магнітний сепаратор; 8 – ківш-бункер для сипучих кормів; 9 – патрубок для води; 10 – ріжучий барабан; 11 – транспортер, що підпресовує; 12 – транспортер, що живить (подає); 13 – приймальний повітряний патрубок; 14 – рама; 15 – електродвигун; 16 – патрубок вентилятора, що відсмоктує; 17 – дека; 18 – протиризуча пластина.

Перед роботою дробарки встановлюють відповідне змінне решето для отримання продукту потрібного розміру. Для подрібнення кукурудзяних качанів, сіна на борошно та інших стеблових або шматкових кормів

вмикають конвеєрний живильник і ножовий барабан. На шків валів електродвигуна та барабана накладають клинові паси і натягують їх за допомогою ролика. Горловину зернового бункера закривають заслінкою. Пуск дробарки здійснюють при вимкненому конвеєрі–живильнику, щоб зменшити пусковий момент.

Для ефективного різання сіна та стеблових кормів ножі повинні бути завжди гострими, а зазор між лезом і протирізальною пластиною не перевищувати 0,3-0,5 мм [2].

У процесі експлуатації молотки дробарки зношуються. Щоб забезпечити якісне подрібнення кормів і зменшити витрати енергії, молотки періодично перевертають на нові робочі грані. При їх заміні або переставлянні слід дотримуватися рекомендованої схеми розміщення та балансування ротора.

Дробарка ДКМ-5 (рис. 2.8) призначена для подрібнення зерна та грубих кормів у технологічних лініях приготування кормів на фермах або зерносховищах.

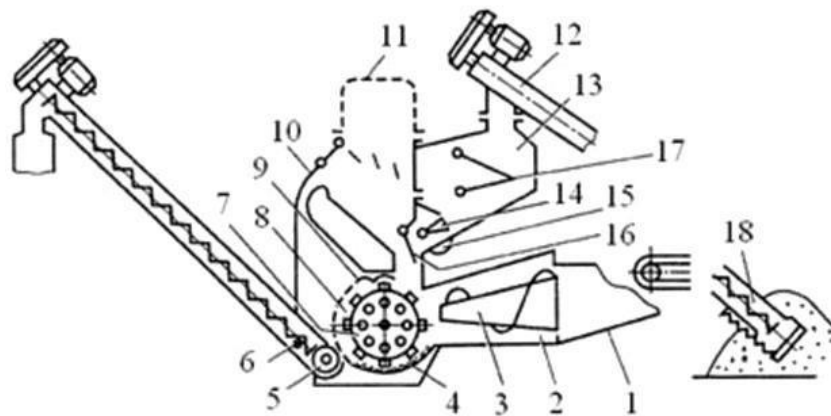


Рис. 2.8. Конструктивно–функціональна схема дробарки ДКМ-5: 1 – лоток; 2 – зовнішній шнек живильника; 3 – внутрішній шнек; 4 – дека; 5 – шнек дробарки; 6 – розвантажувальний шнек; 7 – молотковий ротор; 8 – камера подрібнювання; 9 – решето; 10 – пиловідокремлювач; 11 – фільтр; 12 – завантажувальний шнек; 13 – бункер; 14, 16 – заслінки; 15 – магнітний сепаратор; 17 – датчики рівня; 18 – забірний пристрій.

У її корпусі розташована камера подрібнення з молотковим ротором, живильник для грубих кормів, зерновий бункер, пиловідокремлювач з фільтрувальним рукавом, шнеки та електрообладнання.

Живильник грубих кормів включає приймальний лоток, нерухомий внутрішній та рухомий зовнішній конічні шнеки.

Камера подрібнення виконана зі сталевого зварного корпусу, всередині якого встановлено молотковий ротор. Внутрішня поверхня камери обладнана секторними деками, відстань між якими і молотковим ротором (зазор 1,5-2 мм) регулюється ексцентриковим механізмом. Для цього необхідно послабити болти кріплення секторів, обертаючи ексцентрики підвести сектори до упору в диски, повернути ексцентрики проти годинникової стрілки на 10–20° і закріпити болти.

При подрібненні ячменю та пшениці рекомендується використовувати решета з отворами діаметром 4, 6 або 8 мм; для вівса та кукурудзяних качанів – 8 і 16 мм; для сіна та соломи – 16 мм. Вологість зерна не повинна перевищувати 14 %, а грубих кормів – 17 % [4]. Якщо дробарка працює з грубими кормами, з камери подрібнення знімають кожух з декою та закривають заслінку подавання зерна. Грубі корми подають у лоток живильника дробарки механічно або вручну, після чого вони шнеком направляються у камеру подрібнення.

2.3 Технічний контроль та ремонт обладнання кормоцеху

Технічне обслуговування машин кормоцеху є невід'ємною складовою ефективної роботи підприємства та забезпечує безперебійну роботу обладнання. Воно включає комплекс заходів, спрямованих на підтримку машин у справному стані, своєчасне виявлення та усунення несправностей, а також запобігання їхньому виникненню. Під час технічного обслуговування здійснюється контроль за станом вузлів і деталей, перевірка справності електричних та механічних систем, очищення обладнання від залишків

кормів і пилу, змазування рухомих частин та регулювання робочих органів. Крім того, важливим аспектом є ведення технічної документації, що дозволяє відслідковувати проведені роботи та планувати профілактичні заходи.

Своєчасне та якісне обслуговування машин кормоцеху забезпечує їх тривалу експлуатацію, зменшує ризик поломок і підвищує ефективність приготування кормів.

Щоденне технічне обслуговування рекомендується проводити під час перерви між змінами або після завершення технологічної операції. Під час такого обслуговування машини очищають від пилу та забруднень; регулюють натяг стрічок транспортерів, ременів і ланцюгів; перевіряють і підтягують кріплення приводних станцій; усувають витoki води та пари в трубопроводах; контролюють стан болтових, шпонкових та інших з'єднань, ущільнень у підшипникових вузлах, а також наявність масла в редукторах; змащують обладнання відповідно до таблиці мастила; перевіряють роботу пускових та запобіжних пристроїв. Періодичність проведення ТО кормоприготувальних машин наведена в таблиці 2.3.

Під час обслуговування слід особливу увагу приділяти стану робочих органів і їх кріплень, контролювати зазори між активними та пасивними елементами ріжучих або подрібнюючих апаратів. Зупинка роботи кормоцеху для проведення ТО-1 не є обов'язковою; його доцільно виконувати між змінами або в нічну перерву. Під час ТО-2 забезпечується підтримка працездатності машин шляхом заміни або ремонту окремих деталей та вузлів, що вийшли з ладу, а також проведення всіх необхідних регулювань [12].

Під час технічного обслуговування ТО-2 у редукторах транспортерів, дробарок, подрібнювачів і змішувачів виконують заміну мастила. Також перевіряють справність заземлення та величину опору ізоляції обмоток електродвигунів, що приводять у дію машини (значення опору повинно бути не нижчим за 0,6 мОм).

Таблиця 2.3

Періодичність ТО кормоприготувальних машин

Машини	Періодичність			
	в годинах технологічної переробки		в тонах переробленого корма	
	ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2
1. Дозатори кормів	90-110	360-450	45-55	180-220
2. Шнекові транспортери	90-110	—	—	—
3. Бункери–накопичувачі	90-110	—	—	—
4. Дробарки кормів	45-55	180-220	45-55	180-220
5. Запарники–змішувачі	45-55	180-220	45-55	180-220
6. Котли типу Д–721А	145-155	1180-122	—	—
7. Скребкові транспортери	45-55	180-220	—	—
8. Подрібнювачі кормів	45—	180-220	45-55	180-220

У межах ТО-2 проводять комплексний профілактичний огляд усього обладнання, встановленого в кормоцеху, з подальшим регулюванням вузлів і механізмів. Оскільки виконання ТО-2 потребує повної зупинки кормоцеху, доцільно планувати його проведення в літній період. На підставі виконаних розрахунків формується технологічна схема кормоцеху (рис. 2.9).

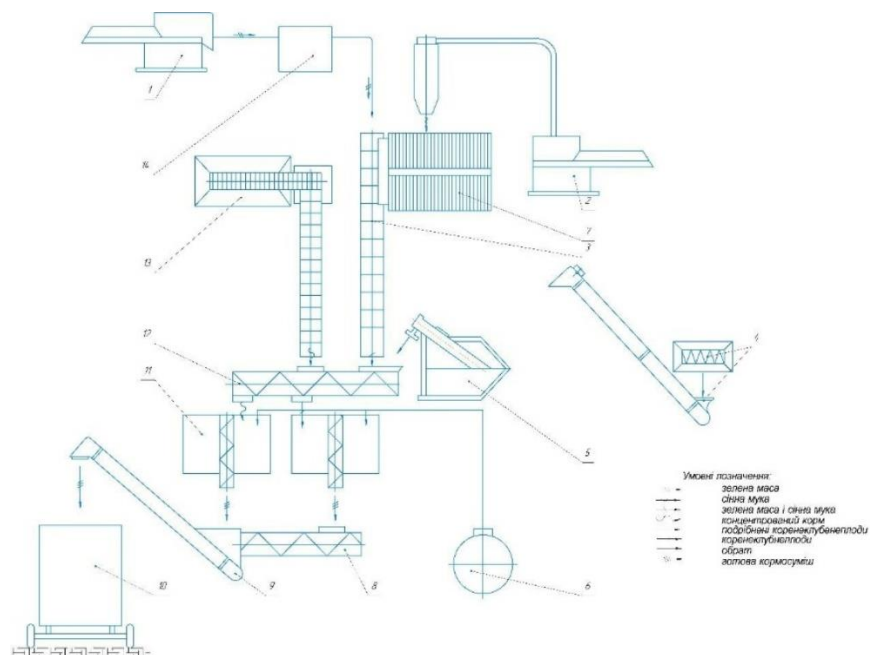


Рис. 2.9. Технологічна схема кормоцеху.

Висновки до розділу II

В розділі проведено детальний аналіз технологічних схем приготування кормів, що дозволяє комплексно оцінити весь процес від надходження сировини до отримання готової кормосуміші. Було розглянуто послідовність операцій підготовки основних компонентів та контроль вологості і однорідності суміші.

У розділі обґрунтовано технічні засоби для подрібнення стеблових та вологих кормів. Проаналізовано різні типи кормодробарок і подрібнювачів, що застосовуються у сучасному тваринництві, їх конструктивні особливості та принцип роботи.

Своєчасний ремонт обладнання кормоцеху не лише забезпечують безперервність технологічного процесу та високу якість кормів, але й сприяють економічній ефективності підприємства. Впровадження сучасних методів діагностики та обліку стану обладнання дозволяє підвищити рівень безпеки виробництва, знизити ризики аварій та максимально використовувати потенціал наявної техніки.

РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

3.1 Аналіз конструктивних рішень і технічних вимог до кормодробарок

Грубі корми є важливою складовою раціонів годівлі тварин. Вони характеризуються високим вмістом клітковини (до 40 %), яка важко перетравлюється, що зумовлює їх жорстку структуру та низьку поїдання без попередньої підготовки. З метою покращення споживання такі корми піддають різним видам обробки, насамперед механічній. Біологічні та хімічні методи переробки грубих кормів сприяють не лише підвищенню їх поїдання, а й збільшенню поживної цінності.

Подрібнення грубих кормів здійснюють для поліпшення їх споживання та створення необхідних умов для подальших технологічних операцій, зокрема змішування і роздавання. Під час подрібнення сіна довжина різання для свиней має становити 10-15 мм. Для кращого поїдання грубі корми слід подрібнювати як упоперек, так і вздовж волокон. Сіно, розщеплене уздовж волокон, ефективніше взаємодіє з травними соками тварин і легше засвоюється організмом. З метою раціонального використання поживних речовин солом'яну або сінну різку зазвичай змішують з іншими видами кормів.

Зазначені зоотехнічні вимоги має забезпечувати проєктований молотковий подрібнювач. Окрім цього, обладнання не повинно погіршувати смакові властивості корму, а також необхідно виключити потрапляння сторонніх домішок, зокрема металевих частинок, каміння та інших небажаних включень.

Основними методами подрібнення грубих кормів є:

- різання за допомогою лез;
- плющення;
- ударне дроблення.

Науковими дослідженнями та виробничою практикою встановлено, що споживання й подальше перетравлення кормів, подрібнених лише різанням лезом, є недостатньо ефективними. Тварини не здатні повною мірою засвоювати такий корм.

У зв'язку з цим виникла потреба у створенні машин, які забезпечують подрібнення грубих кормів як уздовж, так і впоперек волокон. Корма, оброблені в обох напрямках, краще поїдаються та ефективніше перетравлюються під дією травних соків тварин. Нині застосовується кілька типів подрібнювачів грубих кормів, серед яких доцільно розглянути окремі зразки.

Подрібнювач ІГК-30Б використовується для подрібнення соломи, сіна, стебел кукурудзи та інших видів кормів з подальшим їх транспортуванням у накопичувач. Машина характеризується значною металоємністю та відносно низькою продуктивністю (0,8...3,2 т/год), а також невеликою енергоємністю – 228 кВт·год/т. Вона забезпечує подрібнення матеріалу як уздовж, так і впоперек волокон, проте отримана різка має великі розміри [11].

Дробарка-подрібнювач грубих кормів ІРТ-165 призначена для обробки сіна, соломи та інших кормів, заготовлених у рулонах, обв'язаних шпагатом, або в розсипному стані. Машина має високу металоємність (3,82 кг·год/т), значну продуктивність (0,6-12 т/год) і підвищену енергоємність (30,4 кВт·год/т). Якість різки є задовільною, однак для завантаження потрібні додаткові технічні пристрої.

Подрібнювач «Волгарь-5» призначений для подрібнення як соковитих, так і грубих кормів. Він відрізняється значною металоємністю (2,54...3,42 кг·год/т), невеликою продуктивністю (близько 3 т/год) та низькою енергоємністю (21,2 кВт·год/т).

Універсальна кормодробарка КДУ-2 використовується для подрібнення всіх видів кормів: соковитих, грубих і концентрованих. Машина має малу металоємність (1,5 кг·год/т), високу продуктивність (6,5 т/год) та відносно невелику енергоємність (23 кВт·год/т). Вона забезпечує подрібнення грубих

кормів у поздовжньому та поперечному напрямках, є простою в налаштуванні й зручною в технічному обслуговуванні.

3.2 Процес технологічної розробки універсальної кормодробарки

Для забезпечення оптимальної роботи кормодробарки КДУ-2 важливе дотримання режимів подрібнення та своєчасне очищення решіт і циклону від залишків корму. Регулярна перевірка та обслуговування вентилятора і шлюзового затвора дозволяє підтримувати стабільний повітряний потік і запобігає засміченню обладнання.

Використання КДУ-2 у поєднанні зі спеціальними бункерами та живильниками дає змогу автоматизувати подачу корму і зменшити ручну працю. Крім того, рівномірне подрібнення сприяє кращому перетравленню грубих кормів у шлунково-кишковому тракті тварин, знижує втрати поживних речовин і підвищує продуктивність тваринницьких господарств.

Таким чином, застосування універсальної кормодробарки КДУ-2 є економічно ефективним рішенням для підготовки кормів високої якості та забезпечення стабільного процесу годівлі сільськогосподарських тварин.

Всі механізми дробарки наводяться в рух від електродвигуна, є автоматичне керування. Основний вузол кормодробарки – молотковий ротор в чавунному корпусі, який забезпечує ефективне подрібнення сировини різної вологості та твердості. Подрібнений продукт проходить через сито із заданим розміром отворів, що дозволяє отримати однорідну фракцію, відповідну зоотехнічним вимогам.

Для безпеки та зручності обслуговування передбачені захисні кожухи, а також системи очищення та вентиляції, що запобігають перегріванню і забиванню молоткового механізму. Крім того, кормодробарка оснащена пристроями регулювання швидкості обертання ротора та натягу ременів, що підвищує продуктивність і довговічність роботи агрегату. (рис. 3.1).

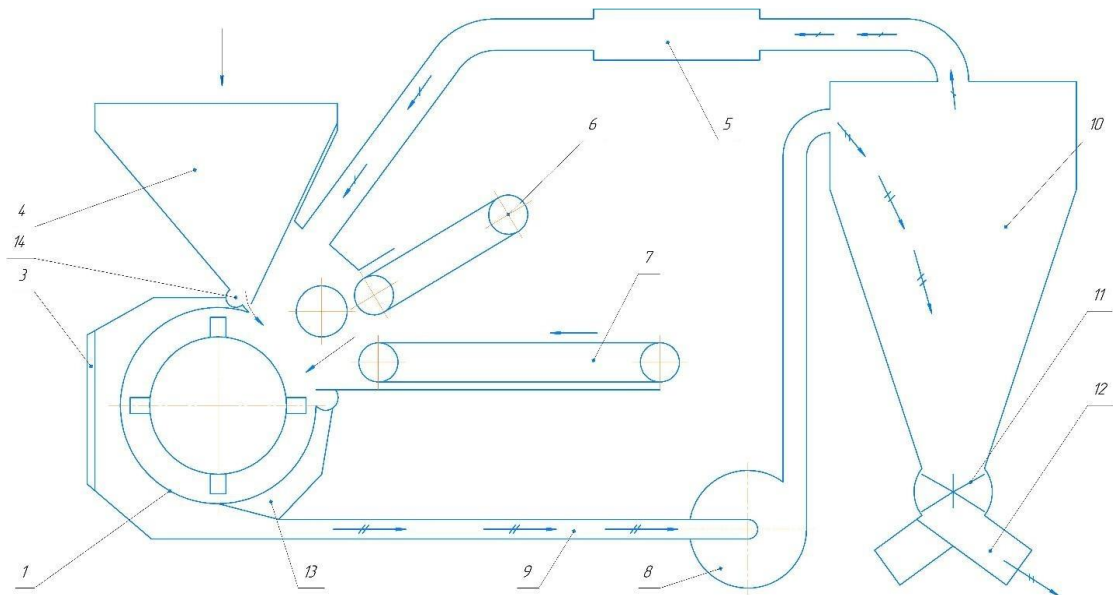


Рис. 3.1. Технологічна схема удосконаленої дробарки: 1 – дробильний барабан; 2 – змінне решето; 3 – люк викиду; 4 – ківш–бункер; 5 – ріжучий барабан; 6 – пресувальний транспортер; 7 – подавальний транспортер; 8 – протиризальна пластина; 9 – приймальний повітряний патрубок; 10 – електродвигун; 11 – рама; 12 –патрубок вентилятора; 13 – дека.

Усередині корпусу встановлені решета та деки. Ротор дробарки являє собою вал із комплектом опорних дисків, осей підвішування, втулок і молотків, закріплених шарнірним способом (рис. 3.2).

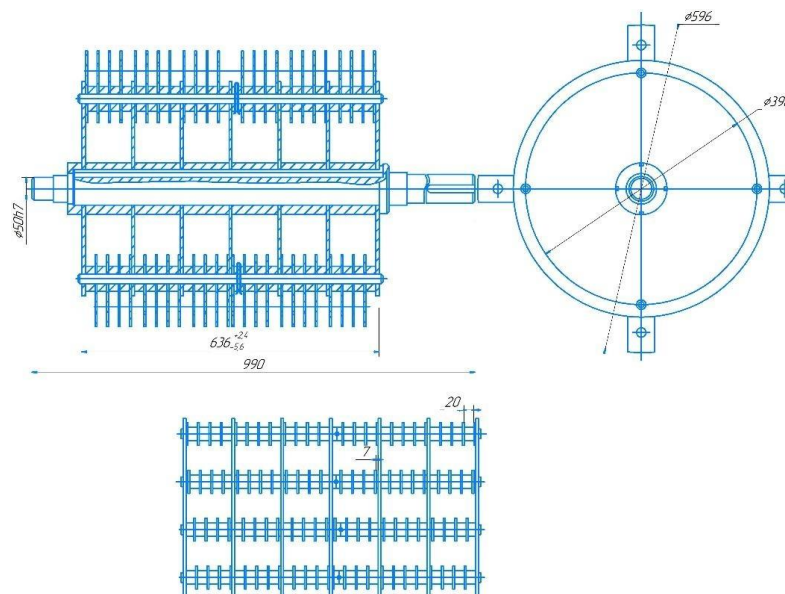


Рис. 3.2. Молотковий барабан.

Подрібнення сировини відбувається в дробильній камері, де встановлені ротор і ножі, що забезпечують рівномірне подрібнення корму до заданої фракції. Відсмоктування подрібненої продукції здійснюється вентилятором через отвори решета, після чого корм надходить до збірного бункера або безпосередньо на транспортну лінію для подальшого використання.

Кормодробарка обладнана системою регулювання подачі сировини, що дозволяє змінювати продуктивність і ступінь подрібнення залежно від виду корму. Всі елементи машини виготовлені з високоякісних матеріалів, що забезпечує тривалий термін експлуатації та надійну роботу агрегату в умовах фермерського та промислового виробництва.

3.3 Розрахунки технологічних параметрів універсальної кормодробарки

За розрахунками технологічної лінії необхідна продуктивність молоткової дробарки повинна бути:

- при приготуванні концентрованих кормів – 2500 кг/год;
- при приготуванні сінної муки – 700 кг/год.

Коефіцієнт, що показує відношення діаметра ротора до ширини дробильної камери при осьовій подачі подрібненої сировини в робочу камеру 4...7, з периферійною подачею – 0,8...1,5.

Питомий тиск на одиницю площі проекції дробильної камери становить $q_1 = 0,5 - 2,0 \text{ кг/см}^2$. Коефіцієнт опору повітря дорівнює $C = 1.5$. Прискорення вільного падіння $g = 9,8 \text{ м/см}^2$. Коефіцієнт вагової концентрації суміші $\mu_1 = 0,5 \dots 1$. Враховуючи непередбачені втрати тиску повітря, введено коефіцієнт $\phi = 1,25$. Коефіцієнт, який залежить від робочої швидкості повітря, $k_1 = 0,46$. Щільність повітря $\gamma_1 = 1,29 \text{ кг/см}^3$. Коефіцієнт, що враховує форму та розмір часток, $k_q = 0,3 \dots 0,4$. Щільність матеріалу подрібнення стебел $\gamma_m = 40 \text{ кг/см}^3$. Висота транспортування

матеріалу $H = 6$ м. Час руху стебла по молотку $t = 0,009$ с, а коефіцієнт тертя матеріалу по молотку $f = 0,8$. Тривалість перебування стебел у дробарці $t = 2\text{--}10$ с. Товщина решета $\delta = 2\text{--}4$ мм. Питомий об'єм сталі (щільність) $\gamma_{\text{ст}} = 7800$ кг/см³. Коефіцієнт нерівномірності розподілу матеріалу в камері (стебел) $K_H = 1,4 \dots 1,8$.

Розміри камери подрібнення визначаються за рівнянням питомого навантаження на одиницю площі її проекції.

$$q_1 = \frac{Q}{L} \cdot D;$$

де q_1 – питоме навантаження на одиницю площі проекції камери, кг/см³;

Q – розрахункова продуктивність дробарки, кг/с.

Продуктивність дробарки за секунду:

$$Q = \frac{Q_{\text{ч}}}{3600} = \frac{2500}{3600} = 0,694 \text{ кг/с.}$$

Діаметр ротора і ширина камери дробарки перебувають у певному пропорційному співвідношенні:

$$K = \frac{D}{L}, L = \frac{D}{K};$$

$$q' = \frac{Q}{\frac{D^2}{K}} = \frac{Q \cdot K}{D^2}$$

Для дробарки з периферійною подачею коефіцієнт k становить 0,8–1,5.

$$D = \sqrt{\frac{Q \cdot k}{q}} = \sqrt{\frac{0,694 \cdot 0,9}{1,8}} = 0,596$$

Після спільного розв'язання рівнянь визначаємо L :

$$L = 0,596/0,9 = 0,636 \text{ м.}$$

Діаметр D_p і довжину L_p дробильного ротора визначаємо з урахуванням радіальних ΔR і бічних ΔL зазорів:

$$D_p = D - 2\Delta R$$

$$L_p = L - 2\Delta L$$

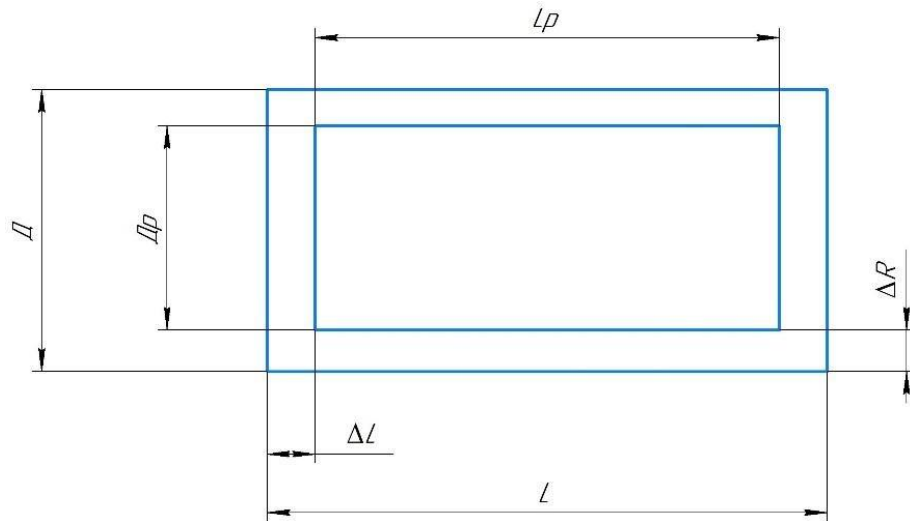


Рис. 3.3. Схема технологічної конструкції ротора.

Радіальні зазори рекомендується встановлювати у таких межах:

- у зоні дек $\Delta R = 2...3$ мм, тобто максимально допустиму з точки зору конструкції;
- у зоні решіт $\Delta R = 8...12$ мм.

Під час проєктування дробильного ротора необхідно прагнути, щоб бічні зазори (між площиною крайніх молотків на осі підвісу та бічною стінкою камери подрібнювача) були більші за радіальні.

- в зоні дек: $D_p = 0,596 - 2 \cdot 0,003 = 0,590$;
 $L_p = 0,636 - 2 \cdot 0,003 = 0,630$;
- в зоні решіт: $D_p = 0,596 - 2 \cdot 0,01 = 0,576$ м;

$$L_p = 0,636 - 2 \cdot 0,01 = 0,616 \text{ м}$$

Частота обертання ротора дробарки має підтримуватися на такому рівні, щоб забезпечити потрібну радіальну швидкість молотків v_m . Значення цієї швидкості визначається типом оброблюваного матеріалу, необхідною крупністю подрібненого продукту та конструкційними особливостями дробарки. У сучасних молоткових дробарках швидкість молотків зазвичай становить $v_m = 60 ... 105$ м/с:

- при подрібненні зерна: $v_m = 60 ... 80$ м/с;
- при подрібненні сіна: $v_m = 70 ... 100$ м/с.

Приймаємо $v_m = 70$ м/с.

Частота обертання дробарки ротора:

$$n = \frac{v_m}{D_p},$$

де v_m – швидкість молотків, м/с;

D_p – робочий діаметр ротора, м.

$$n = 70/3,14 \cdot 0,59 = 37,78 \text{ с}^{-1}.$$

Згідно з теорією ексцентричного удару, зусилля не передаватимуться на вісь підвісу молотка за умови, що:

$$l = \frac{4 \cdot R_n}{q},$$

де: l – відстань від осі підвісу до кінця молотків, м;

R_n – радіус дробильного ротора по осях підвісу молотків.

На рисунку 3.4 представлена схема для визначення параметрів молотків.

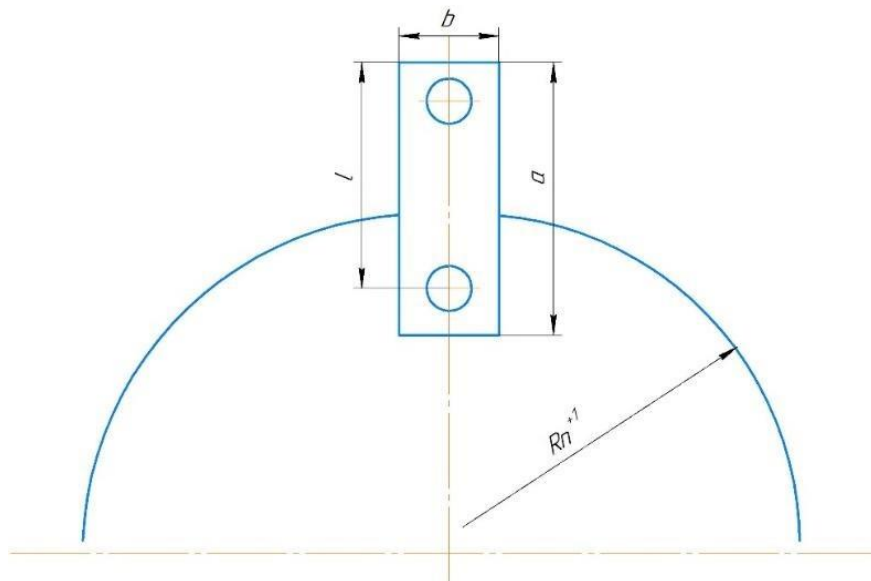


Рис. 3.4. Схема для визначення параметрів молотка.

Згідно з рисунком 3.4, подача становитиме:

$$l = \frac{2}{13} \cdot D_p = \frac{2}{13} \cdot 576 = 88.$$

$$R_n = R_p - l = D_p/2 - l = 576/2 - 88 \text{ мм}.$$

Довжину a й ширину b молотків рекомендується визначати з урахуванням наступних співвідношень:

$$a = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \cdot 88 = 132 \text{ мм};$$

$$b = (0,4 \dots 0,45) \cdot a = (0,4 \dots 0,45) \cdot 132 = (52,8 \dots 59,4) \text{ мм.}$$

Приймаємо: $a=132$ мм, $b=55$ мм.

Молотки на дробильному роторі слід розташовувати в шаховому порядку або по гвинтовій лінії. При цьому потрібно забезпечити їх рівномірне перекриття по всій ширині камери подрібнення, рівномірний розподіл матеріалу вздовж ширини камери та дотримання умови балансування дробильного ротора.

Для розробки схеми розташування молотків на роторі проводяться відповідні розрахунки. На основі товщини молотків та щільності їх розміщення визначається їх загальна кількість.

$$z = K_r = \frac{L_p}{\delta_1}$$

де: K_r – коефіцієнт, що характеризує щільність розташування молотків на роторі. Для подрібнення сухого зерна та сухих стебел рекомендовано приймати:

$$K_r = 0,5 \dots 1,0;$$

δ_1 – товщина молотків, $\delta_1=6$ мм.

$$z = 576 \cdot \frac{1}{6} = 96 \text{ шт.}$$

Кількість молотків, що встановлюються на одну вісь ротора, визначають залежно від числа осей підвісу.

$$z_i = \frac{z}{i},$$

де: i – число осей підвісу, приймаємо $i = 4$;

$$z_i = \frac{96}{4} = 24 \text{ шт.}$$

Для забезпечення необхідних відстаней між молотками на осях підвісу визначаємо крок гвинтової лінії t :

$$t = \frac{(L_p - \sum L_i)}{z_i},$$

і відстань між сусідніми слідами молотків x :

$$x = \frac{L_p - (\delta_2 + \sum L_i)}{z_i} + \delta_1$$

де: $\sum L_i$ – сумарна товщина несучих дисків і кронштейнів ротора, які перекриваються молотками. Приймається рівною $\sum L_i = 20$ мм.

$$t = \frac{576 - 20}{24} = 23,17 \text{ мм},$$

$$x = \frac{576 - (2 \cdot 100 + 20)}{96} + 6 = 9,56 \text{ мм}.$$

Продукти подрібнення видаляються з камери через решето. Тому, чим більше площа останньої, тим вище може бути її пропускна здатність.

Товщина решета в залежності від виду матеріалу, що переробляється приймається $\delta_2 = 2 \dots 6$ мм.

Розміри частинок, які проходять крізь отвори решіт, завжди є меншими за діаметр цих отворів. Відношення розміру частинки c до діаметра отвору решета d_0 визначають як коефіцієнт проходу решіт.

$$K_p = \frac{c}{d_0},$$

де: $c = 10 \dots 20$ мм, приймаємо $c = 14$ мм.

На рисунку 3.5 показана схема для визначення діаметра отвору в решеті.

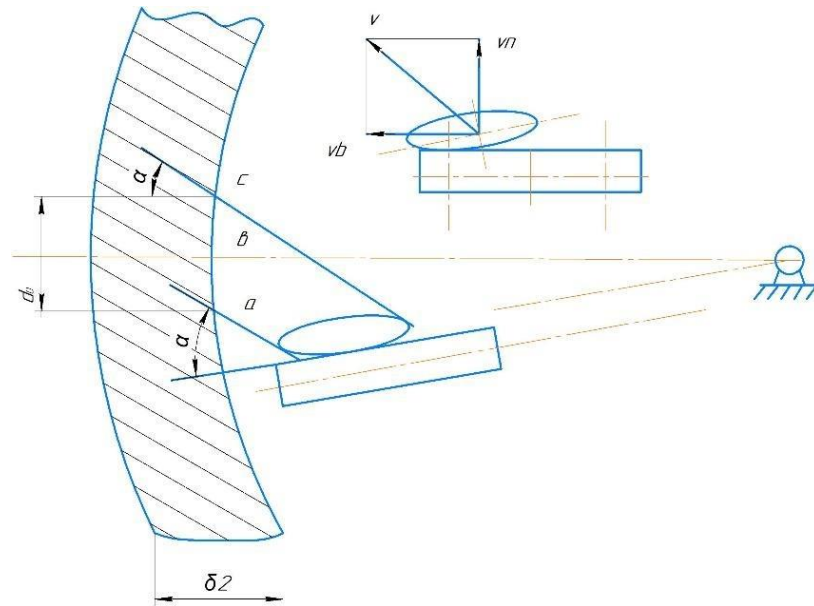


Рис. 3.5. Схема для визначення діаметра отвору в решеті.

Якщо прийняти дуги ab і bc за прямі лінії, то можна записати наступні рівняння:

$$ab = \frac{\delta_2}{\cos \alpha},$$

$$bc = \delta_2 \cdot \tan \alpha,$$

де α – кут вильоту (польоту) частинок, що визначається їх швидкістю; α перебуває в межах $40 \dots 60^\circ$, у розрахунках приймаємо $\alpha = 60^\circ$.

Діаметр отвору решета становить: де α – кут вильоту (польоту) частинок, що визначається їх швидкістю; α перебуває в межах $40 \dots 60^\circ$, у розрахунках приймаємо $\alpha = 60^\circ$. Діаметр отвору решета становить:

$$d_0 = ab + bc = \frac{\delta_2}{\cos \alpha} + \delta_2 \cdot \tan \alpha = \frac{14}{\cos 60^\circ} + 2 \cdot \tan 60^\circ = 31,40 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_0 = 32 \text{ мм.}$

Сучасні дробарки, як правило, оснащуються пневматичною системою транспортування подрібненого матеріалу. До складу такої системи входять вентилятор із всмоктувальним та напірним трубопроводами, циклон, шлюзовий затвор, а також зворотний повітропровід.

Розрахунок їх ведеться по витраті повітря Q_v , яка дорівнює:

$$Q_B = \frac{Q}{3,6 \cdot \mu \cdot \gamma_B};$$

де: γ_B – щільність повітря при нормальних умовах, $\gamma_B = 1,29 \text{ кг/м}^3$;

μ – коефіцієнт вагової концентрації суміші, яка в поживних установках низького і середнього тиску дорівнює: $\mu = 0,5 \dots 1,0$.

$$Q_B = \frac{0,694}{3,6 \cdot 0,5 \cdot 1,29} = 0,299 \approx 0,3 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для пневмотранспортування кормових матеріалів застосовують зазвичай відцентрові вентилятори. По витраті повітря підбираємо вентилятор № 3 продуктивністю $1552 \text{ м}^3/\text{год}$, ЦП-7-40, ККД = 0,5; $n = 2840 \text{ об/хв}$.

Діаметри всмоктувального та нагнітального трубопроводів визначаємо на підставі відповідного рівняння.

$$d_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_B}{\pi \cdot v_B}},$$

де: v_B – швидкість повітря в трубопроводі, м/с.

Швидкість повітря встановлюють з умови забезпечення винесення часток корму та приймають більшою за критичну $v_{\text{кр}}$ таку, за якої ще не відбувається засмічення трубопроводу транспортованим матеріалом.

$$v_B = (1,25 \dots 2,5) \cdot v_{\text{кр}}$$

Можливі значення $v_{\text{кр}}$ можна взяти з літературних джерел, що містять дані про аеродинамічні характеристики продуктів подрібнення, або ж визначити їх за допомогою емпіричної формули.

$$v_{\text{кр}} = 36,5 \cdot \sqrt{\frac{\mu_1}{(100 - \omega) \cdot l_z}},$$

де: μ_1 – середній розмір часток продуктів подрібнення, $\mu_1 = 3 \dots 5 \text{ мм}$;

l_z – довжина частинок, $l_z = 14 \text{ мм}$;

ω – вологість продукту, $\omega = 30\%$.

$$v_{\text{кр}} = 36,5 \cdot \sqrt{\frac{5}{(100 - 30) \cdot 14}} = 2,607 \text{ м/с},$$

$$v_B = (1,25 \dots 2,5) \cdot 2,607 = (3,259 \dots 6,517) \text{ м/с.}$$

Приймаємо $v_B = 6,5 \text{ м/с.}$

$$d_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 6,5}} = 0,242 \text{ м} = 242 \text{ мм}$$

Нагнітальний трубопровід приєднується до циклона через дифузор, який забезпечує часткове зменшення швидкості потоку. Встановлено, що для нормального розділення потоку швидкість повітря на вході в циклон не повинна перевищувати 10–15 м/с. У зв'язку з цим площа перерізу дифузора є дещо більшою, ніж площа перерізу нагнітального трубопроводу.

$$c \cdot h > \frac{\pi \cdot d_{\text{тр}}^2}{4},$$

де: $c \cdot h$ – діаметр перетину стінок дифузора в місці приєднання у циклону.

При цьому:

$$v_{\text{вх}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{тр}}^2 \cdot v_B}{4 \cdot c \cdot h} \leq (10 \dots 15) \text{ м/с.}$$

Приймаємо $v_{\text{вх}} = 14 \text{ м/с.}$

Якщо прийняти $c \cdot h$, то:

$$c^2 = \frac{\pi \cdot d_{\text{тр}}^2 \cdot v_B}{4 \cdot v_{\text{вх}}} = \frac{0,3}{14} = 0,0214 \text{ м,} \quad c = 0,146 \text{ м.}$$

В циклоні за рахунок розширення швидкість падає і складає близько 30...40% від $v_{\text{вх}}$. Тоді $v_{\text{ц}} = (0,3 \dots 0,4) \cdot v_{\text{вх}} = (0,3 \dots 0,4) \cdot 14 = (4,2 \dots 5,6) \text{ м/с.}$

Приймаємо $v_{\text{ц}} = 5 \text{ м/с.}$

Діаметр внутрішньої труби циклону визначається:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_B}{\pi \cdot v_{\text{ц}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 5}} = 0,276 \text{ м} = 276 \text{ мм.}$$

На рисунку 3.6 зображена схема розрахунків розміру циклону. Мініміально допустимі розміри циклону:

$$D_1 = 1,5 \cdot D_0 = 1,5 \cdot 0,276 = 0,414 \text{ м ;}$$

$$D_2 = 0,4 \cdot D_0 = 0,4 \cdot 0,276 = 0,110 \text{ м};$$

$$H_1 = 0,1 \cdot D_0 = 0,0276 \text{ мм};$$

$$H_2 = 1,25 \cdot D_0 = 0,345 \text{ м};$$

$$H_3 = 1,35 \cdot D_0 = 0,373 \text{ м};$$

$$H_4 = 1,20 \cdot D_0 = 0,069 \text{ м}.$$

Діаметр зворотного повітропроводу приймаємо таким, що дорівнює діаметру внутрішньої труби циклону $D = 276 \text{ мм}$.

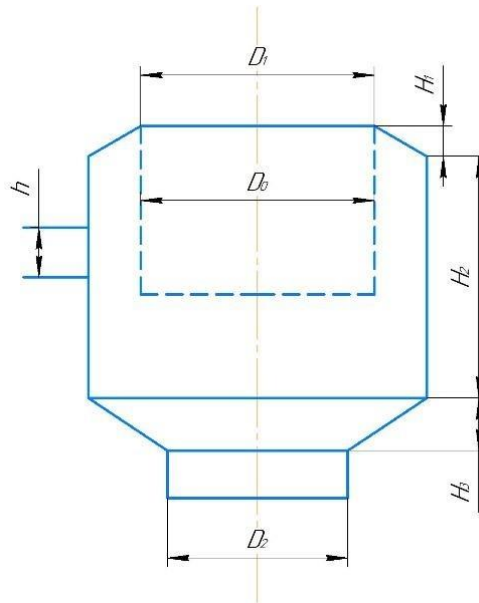


Рис. 3.6. Схема для визначення розмірів циклону

Виконаємо розрахунок міцності машини. Діаметр вала дробильного ротора визначається за формулою для напруги кручення, оскільки згинальні моменти є незначними.

$$d \geq 80 \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{n \cdot [\tau]}},$$

де N – потужність приводу дробильного ротора, яка становить $N = 22,94 \text{ кВт}$;

n – число обертів ротора, $n = 1470 \text{ хв}^{-1}$;

$[\tau]$ – допустиме напруження при крученні, $[\tau] = 125$.

$$d \geq 80 \cdot \sqrt[3]{\frac{22,94}{1470 \cdot 125}} = 4,8 \text{ см} = 48 \text{ мм.}$$

Враховуючи ослаблення вала через шпонкову канавку, його діаметр слід збільшити до 50 мм. Для підшипників приймаємо $d = 50$ мм. діаметр вала 50 мм. На вал дробильного ротора встановлюємо дворядні радіальні роликові підшипники з короткими роликами відповідно до ГОСТ 8328–75, де $d = 50$ мм, $D = 85$ мм. $B = 20$ мм.

Під час обертання ротора молотки під дією відцентрової сили займають радіальне положення. Для забезпечення стабільності цього стану необхідно:

$$M_{\text{кр}} \geq M_{\text{тр}} \geq M_0$$

Момент перекидання одного молотка:

$$M_0 = T \cdot l,$$

де: T – сила, перекидаються молоток:

$$T = \frac{Q \cdot t \cdot K_n}{3600 \cdot z},$$

t – час перебування продукту в камері, $t = 10$ сек ;

Q – продуктивність дробарки, кг/ч;

K_n – коефіцієнт нерівномірності розподілу продукту, $K_n = 1,4$;

$$T = \frac{2500 \cdot 10 \cdot 1,4}{3600 \cdot 96} = 0,1 \text{ кг} = 1 \text{ Н} ;$$

l_1 – плече додаткової перекидаючої сили:

$$l_1 = \frac{d_n}{2} \cdot f_m \cdot \omega^2 \cdot R_\mu ,$$

де: d_n – діаметр кільця підвісу молотків для розрахунку маси молотків,
 $d_n = 20$ мм;

f_m – коефіцієнт молотка по осях підвісу, $f_m = 0,3$;

R_μ – радіус обертання центру мас молотків:

$$R_\mu = \frac{D_p}{2} - \frac{d}{2} = \frac{576}{2} - \frac{132}{2} = 222 \text{ мм};$$

m – маса молотка визначається на основі питомої ваги матеріалу, з якого він виготовлений.

$$\gamma = 7800 \text{ кг/м}^3:$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{\gamma_{\text{ст}}}{g} \cdot \left(a \cdot b \cdot \delta - \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \cdot 2 \cdot \delta_1 \right) \\ &= \frac{7800}{9,8} \cdot \left(0,132 \cdot 0,055 \cdot 0,006 - \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4} \cdot 2 \cdot 0,006 \right) = \\ &= 0,032 \text{ кг.} \end{aligned}$$

$$\text{Тоді: } M_m = \frac{20}{2} \cdot 0,3 \cdot 0,032 \cdot 276^2 \cdot 0,222 = 405,9 \text{ кг} \cdot \text{м} = 4059 \text{ Н}$$

Загальна відцентрова сила, яка діє на довжину осі, розташованої між суміжними точками підвісу:

$$P_{\text{ц.о}} = m \cdot n^2 \cdot R_{\text{ц}} \cdot Z'_n,$$

де Z'_n – кількість молотків на сегменті осі підвісу, розташованому між двома сусідніми точками кріплення до диска. $Z'_n = 4$.

$$P_{\text{ц.о}} = 0,032 \cdot 276^2 \cdot 0,222 \cdot 4 = 594,2 \text{ кг} \cdot \text{м} = 5942 \text{ Н.}$$

Відстань між точками кріплення осі підвісу молотків:

$$L_1 = \frac{L_p}{c^{-1}},$$

де c – число точок кріплення, $c = 6$.

$$L_1 = \frac{616}{6^{-1}} = 123,2 \text{ мм.}$$

Оскільки вісь навантажує балку рівномірно, обчислимо згинальний момент:

$$M_{\text{изг}} = \frac{P_1 \cdot L_1^2}{\delta};$$

де P_1 – рівномірне навантаження на одиницю довжини кільця;

$$P_1 = \frac{P_{\text{ц}}}{L_1} = \frac{594,2}{12,3} = 48,3 \text{ кг/м} = 483 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Матеріалом для виготовлення осі підвісу молотків обираємо сталь 45.

Діаметр осі підвісу молотків становить:

$$d_0 = \sqrt[10]{\frac{M_{\text{изг}}}{0,1 \cdot [\delta]_{\text{изг}}}},$$

де $[\delta]_{\text{изг}}$ – допустиме напруження згину, для сталі 45 $[\delta] = 950 \text{ кг/см}^2$.

$$d_0 = \sqrt[10]{\frac{913,4}{0,1 \cdot 95}} = 19,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо: $d_0 = 20 \text{ мм.}$

Визначимо операції з технічного обслуговування машини. Під час підготовки дробарки до роботи слід перевірити наявність мастила у всіх вузлах, уважно оглянути дробильну камеру, переконатися в надійному кріпленні дробильних молотків і відсутності сторонніх предметів, перевірити правильність встановлення решета, затягування всіх болтових з'єднань, а також правильність монтажу електрообладнання та надійність його підключення.

Для випробування дробарки необхідно ввімкнути автоматичний вимикач у шафі управління. Машина повинна працювати на холостому ході протягом двох годин. Під час обкатки слід ретельно контролювати установку молотків у дробильному роторі та нагрів підшипників.

Щоб забезпечити потрібний ступінь подрібнення, перед запуском дробарки слід відкинути кришку дробильного барабана, встановити відповідне змінне решето та закрити кришку.

Завантаження кормодробарки регулюється за показниками ампер-індикатора шляхом зміни кількості корму, що подається на горизонтальний транспортер живильника.

Технічне обслуговування та усунення несправностей дробарки включає: щоденне ТО, ТО-1, ТО-2, профілактичне ТО, сезонне ТО, поточний ремонт та консервацію під час зберігання.

Висновки до розділу III

В розділі проаналізовано конструктивні рішення сучасних кормодробарок, їх основні технічні характеристики та вимоги до роботи. Встановлено, що споживання й подальше перетравлення кормів, подрібнених лише різанням лезом, є недостатньо ефективними. У зв'язку з цим виникла потреба у створенні машин, які забезпечують подрібнення грубих кормів як уздовж, так і впоперек волокон.

Запропонована кормодробарка основним вузлом якої є – молотковий ротор в чавунному корпусі, який забезпечує ефективне подрібнення сировини різної вологості та твердості. Подрібнений продукт проходить через сито із заданим розміром отворів, що дозволяє отримати однорідну фракцію, відповідну зоотехнічним вимогам.

Розроблена конструкція універсальної кормодробарки дозволяє ефективно обробляти різні види сировини, включаючи зернові культури, сіно, соломку та вологі корми, забезпечуючи їх подрібнення до оптимальної фракції для використання у раціонах сільськогосподарських тварин.

Проведено розрахунки технологічних параметрів універсальної кормодробарки, що дозволило визначити оптимальні умови її роботи та забезпечити ефективне подрібнення різних видів кормової сировини.

РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги до робочих місць та організація трудового процесу

Організація роботи кормоцеху та облаштування робочих місць є важливим аспектом у забезпеченні ефективного та безпечного процесу приготування кормів для сільськогосподарських тварин. Правильне планування та дотримання вимог до робочих місць дозволяє не лише підвищити продуктивність праці, а й зберегти здоров'я працівників, а також забезпечити високу якість готових кормів.

Робочі місця в кормоцеху повинні бути облаштовані з урахуванням вимог ергономіки та техніки безпеки. Передусім, це стосується зручного розташування обладнання та інструментів. Всі робочі вузли, такі як подрібнювачі, змішувачі, дозатори, транспортери та упаковочні механізми, повинні розміщуватися таким чином, щоб працівники могли виконувати свої операції без зайвих рухів, нахилів чи перенапруження. Розміщення обладнання має передбачати прямий та вільний доступ до контрольних панелей і важелів, щоб забезпечити оперативне регулювання процесів і швидке реагування у разі виникнення несправностей.

Важливим аспектом облаштування робочих місць є забезпечення достатнього освітлення та вентиляції. У кормоцеху використовуються різноманітні сировинні матеріали, які можуть утворювати пил або дрібні частинки, що потрапляють у повітря, тому належна вентиляція не лише підтримує комфортні умови для роботи, а й попереджає розвиток респіраторних захворювань.

Освітлення має бути рівномірним, без різких тіней і відблисків, щоб працівники могли чітко бачити сировину, індикатори приладів та контрольні елементи обладнання. Крім того, робочі місця повинні бути обладнані підйомними механізмами або підставками, що дозволяють переміщувати

важкі мішки з комбікормами чи іншими компонентами без фізичного перенавантаження людини.

До вимог безпеки належить також організація проходів між робочими місцями та між різними вузлами цеху. Вони повинні бути достатньо широкими для проходу працівників і техніки, а їхнє покриття – неслизьким та стійким до зносу.

Всі електричні та пневматичні лінії повинні бути прокладені таким чином, щоб уникнути контактів із працівниками та ризику пошкодження. Обов'язковим є наявність засобів пожежогасіння та знаків безпеки, що вказують на місця розташування аварійних виходів, вимикачів і захисного обладнання.

Організація трудового процесу у кормоцеху передбачає чітке розподілення обов'язків між працівниками та встановлення послідовності виконання технологічних операцій. Всі процеси починаються з підготовки сировини: зерно, шроти, солому чи сіно проходять перевірку на якість та вологості. Наступним етапом є подрібнення та просіювання компонентів, що забезпечує однорідність кормової суміші та її відповідність зоотехнічним вимогам.

Після цього здійснюється змішування компонентів у заданих пропорціях, контроль маси і вологості готового продукту, а потім його фасування або подача на годівлю. Для кожного етапу встановлюється відповідальна особа, яка контролює якість виконання операцій, дотримання норм витрат сировини та правил безпеки.

Особливу увагу приділяють організації праці з точки зору гігієни та профілактики професійних захворювань. Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту: рукавички, респіратори, захисний одяг та окуляри, особливо при роботі з пилоподібними кормами або під час очищення обладнання. Крім того, регулярне проведення інструктажів та навчання з техніки безпеки забезпечує формування у працівників дисципліни та відповідального ставлення до роботи.

Важливою складовою організації трудового процесу є також планування робочого часу та чергування працівників. Оптимальне чергування дозволяє уникати перевтоми, зберігає працездатність та знижує ризик травматизму. На виробництві рекомендується вести облік виконаних операцій та контролювати дотримання технологічних регламентів, що дозволяє своєчасно виявляти відхилення та запобігати втратам сировини або зниженню якості кормів.

Таким чином, вимоги до робочих місць кормоцеху та організація трудового процесу охоплюють комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, ефективності та якості виробництва. Раціональне планування, дотримання правил ергономіки, технологічної дисципліни та норм безпеки створюють умови для високої продуктивності праці та забезпечення тварин повноцінними і корисними кормами.

4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів є важливим етапом організації безпечної та ефективної роботи підприємства, що займається приготуванням комбікормів і подрібненням кормових компонентів. Кормоцехи відрізняються високою інтенсивністю технологічних процесів, значним обсягом механічного обладнання, а також інтенсивним рухом матеріалів, що обумовлює наявність широкого спектру виробничих ризиків. Тому для забезпечення безпеки працівників необхідно детально вивчити всі потенційні небезпеки, пов'язані з технологічним процесом, обладнанням і умовами праці.

Перш за все, кормоцехи характеризуються високим рівнем пиловидних часток у повітрі. Під час подрібнення зерна, сіна, соломи та інших грубих кормів утворюється значна кількість дрібнодисперсного пилу. Ці частки можуть проникати в дихальні шляхи працівників, викликаючи хронічні респіраторні захворювання, алергічні реакції, а в окремих випадках – пилову

пневмоконіозу. Особливо небезпечний пил зернових культур, який містить білкові компоненти та мікробні спори. При недостатній вентиляції приміщень та відсутності ефективних систем аспірації концентрація пилу в робочій зоні може значно перевищувати допустимі гігієнічні нормативи. Пил не лише шкодить здоров'ю працівників, але й підвищує ризик виникнення вибухонебезпечних сумішей, що створює додаткову загрозу пожежі або вибуху.

Механічні фактори також відіграють значну роль у виробничому середовищі кормоцеху. Подрібнювальні машини, молоткові дробарки, шнекові транспортери, мішалки та інше обладнання мають рухомі деталі, що становлять потенційну небезпеку травматизму. Працівники можуть отримати порізи, забої, защемлення кінцівок, а в окремих випадках – більш серйозні травми при неправильній експлуатації обладнання або порушенні правил безпеки. Часто до травм призводить недотримання вимог щодо захисних огорожень, обмежувальних щитків та інших елементів безпеки. Особливо небезпечні операції, пов'язані з обслуговуванням машин під час їх роботи, коли рухомі деталі обладнання залишаються активними.

Хімічні та біологічні фактори також є важливою складовою оцінки виробничих ризиків. У кормоцехах використовуються різні добавки, премікси та консерванти, які можуть мати токсичні властивості при тривалому контакті з шкірою або при вдиханні аерозолі. Деякі компоненти комбікормів можуть викликати подразнення слизових оболонок очей і дихальних шляхів. Крім того, зерно та інші кормові матеріали можуть бути заражені мікробними агентами, грибками та пліснявою, що підвищує ризик інфекційних захворювань або алергій у працівників. Особливо чутливі до таких факторів люди з хронічними захворюваннями дихальної системи.

Температурні та метеоумови всередині цеху також можуть впливати на стан здоров'я працівників. Технологічні процеси подрібнення та сушіння кормів часто супроводжуються виділенням тепла, підвищенням вологості та змінами мікроклімату. У таких умовах працівники піддаються тепловим та

фізіологічним навантаженням, що може призводити до перевтоми, зниження працездатності та підвищеної травматичності. Високі температури при одночасній пиловій завантаженості повітря підвищують дискомфорт і сприяють розвитку професійних захворювань.

Важливим фактором є також ергономічний та психофізіологічний аспект роботи в кормоцеху. Працівники часто виконують повторювані рухи, пов'язані з завантаженням сировини, контрольними операціями та очищенням обладнання. Неправильне розташування робочих місць, недостатнє освітлення та відсутність зручних засобів підйому і транспортування матеріалів можуть викликати м'язово-скелетні перевантаження, спину, суглобові захворювання та хронічні болі. Психологічні фактори, пов'язані зі стресом та високим темпом роботи, також впливають на безпеку, оскільки підвищують ймовірність помилок та нещасних випадків.

Пожежна безпека є окремим напрямком оцінки ризиків у кормоцеху. Сухі кормові матеріали і пил створюють високий ризик загоряння, особливо в поєднанні з електричним обладнанням, тертям частин машин, коротким замиканням або іскрами. Наявність ефективної системи вентиляції, регулярне очищення приміщення від пилу, а також організація зон із заборонаю відкритого вогню є обов'язковими заходами для запобігання пожежам. Крім того, важливу роль відіграє своєчасне навчання персоналу діям у надзвичайних ситуаціях та практичні тренування з евакуації.

У контексті оцінки ризиків слід враховувати також фактори зовнішнього середовища, які можуть опосередковано впливати на безпеку праці. До них належать рівень шуму від роботи подрібнювачів і вентиляторів, вібраційне навантаження від машини та транспортних засобів, а також можливість виникнення аварійних ситуацій при порушенні технологічного режиму. Високий рівень шуму може призводити до зниження концентрації, втрати слуху та підвищення стресових реакцій, що, у свою чергу, збільшує ризик травматизму.

Важливим елементом управління небезпечними і шкідливими виробничими факторами є комплексна система профілактики. Вона включає правильну організацію робочих місць, регулярне технічне обслуговування обладнання, забезпечення засобами індивідуального захисту, такими як респіратори, рукавички, захисні окуляри та спецодяг.

Також необхідні навчання працівників правилам безпеки, контроль за виконанням норм гігієни, моніторинг стану повітря, шуму та температури в робочих зонах, а також ведення документації щодо інцидентів і профілактичних заходів. Застосування таких комплексних підходів дозволяє не тільки знизити ризики виробничих травм і професійних захворювань, але й підвищити ефективність роботи цеху, зменшити втрати сировини та забезпечити стабільну якість продукції.

Отже, аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів у кормоцеху демонструє широкий спектр ризиків, що охоплюють пилові, механічні, хімічні, біологічні, фізичні та психологічні фактори.

Комплексний підхід до їх виявлення, оцінки та управління є необхідною умовою створення безпечного робочого середовища, що відповідає сучасним вимогам охорони праці та санітарних норм. Лише системна робота, включаючи інженерні, організаційні та навчальні заходи, дозволяє зменшити негативний вплив виробничих факторів на здоров'я працівників і забезпечити стабільне функціонування виробництва комбікормів.

4.3 Пожежна безпека та електробезпека в кормовиробництві

Пожежна безпека в кормовиробництві ґрунтується на попередженні умов, за яких можливе займання, а також на організації ефективних заходів для швидкого реагування у випадку виникнення вогню.

Основними причинами виникнення пожеж у кормоцехах та на комбікормових підприємствах є самозаймання пилу та кормів,

іскроутворення в робочих органах машин, перегрів електродвигунів, короткі замикання електропроводки, а також порушення правил експлуатації обладнання. Особливу пожежну небезпеку становить зерновий і комбікормовий пил, який при певній концентрації в повітрі може утворювати вибухонебезпечні суміші.

Пил зернових культур та грубих кормів є легкозаймистим, тому його накопичення на обладнанні, підлозі та вентиляційних каналах значно підвищує ймовірність виникнення вибуху чи пожежі. Для мінімізації цих ризиків важливо дотримуватися регулярного прибирання виробничих приміщень та обладнання, забезпечувати ефективну вентиляцію та встановлювати системи пиловидалення.

Для запобігання пожежам технологічне обладнання необхідно утримувати в справному стані, регулярно очищати від пилу та залишків кормів, не допускати перевантаження машин і механізмів. Особлива увага приділяється подрібнювачам, дробаркам, транспортерам та змішувачам, у яких можливе нагрівання рухомих елементів унаслідок тертя або заклинювання.

Не менш важливим є контроль температури обладнання, особливо дробарок, грануляторів та сушарок. Перегрів агрегатів може призвести до займання матеріалів, що знаходяться поруч. Тому обов'язковим заходом є постійний моніторинг температури робочих вузлів, а також встановлення термостатів та автоматичних вимикачів, які запобігають перегріву.

Важливо також забезпечити наявність первинних засобів пожежогасіння, таких як вогнегасники, піна чи спеціальні порошкові склади, у доступних місцях виробничого приміщення. Працівники повинні бути навчені правилам їх використання та знати порядок евакуації у разі виникнення пожежі. Системи автоматичного виявлення пожежі, такі як датчики диму та температури, дозволяють значно скоротити час реагування і запобігти розповсюдженню вогню.

Приміщення кормоцехів повинні бути обладнані системами природної або примусової вентиляції, що забезпечують видалення пилу та зниження його концентрації в повітрі. Підлоги, стіни і стелі мають виконуватися з негорючих або важкогорючих матеріалів, а проходи та евакуаційні виходи бути вільними й позначеними відповідними знаками безпеки.

Електробезпека у виробництві кормів має особливе значення через широке застосування електродвигунів, електроприводів, компресорів та нагрівальних елементів. Невідповідна експлуатація або пошкодження ізоляції проводів можуть стати джерелом короткого замикання, іскріння та загоряння. Для запобігання аварійним ситуаціям важливо дотримуватися правил монтажу електрообладнання, використовувати захисні заземлення та встановлювати автоматичні вимикачі, які відключають живлення у випадку перевантаження чи короткого замикання.

Особлива увага приділяється стану кабелів та електропроводки: вони повинні бути захищені від механічних пошкоджень та контакту з пилом і вологістю. Перед початком роботи кожен агрегат необхідно перевіряти на справність ізоляції та надійність електричних з'єднань, а обслуговування і ремонт проводити лише при відключеному живленні.

Значною мірою безпека праці залежить і від підготовки персоналу. Працівники повинні знати правила поводження з електрообладнанням, порядок дій у випадку аварійної ситуації, а також основи надання першої допомоги при ураженні електричним струмом або опіках. Виробничі приміщення необхідно обладнати попереджувальними знаками, схемами евакуації та інструкціями з безпеки, доступними для всіх співробітників. Окрім цього, важливим заходом є регулярне проведення навчань та тренувань з пожежної та електробезпеки, що дозволяє персоналу швидко реагувати у критичних ситуаціях та мінімізувати можливі збитки.

Отже, забезпечення пожежної та електробезпеки при виготовленні кормів є комплексним завданням, яке охоплює технічні, організаційні та навчальні заходи. Виконання цих вимог дозволяє не лише зберегти здоров'я

та життя працівників, а й уникнути значних матеріальних втрат та простоїв у виробництві.

Дотримання правил пожежної та електробезпеки створює надійне середовище для ефективної та безпечної роботи підприємства з виготовлення кормів.

Висновки до розділу IV

В розділі проаналізовано вимоги до робочих місць та особливості організації трудового процесу. Систематизовано основні фактори, що можуть негативно впливати на здоров'я працівників та безпеку виробничого процесу.

Розглянуто основні аспекти забезпечення пожежної та електробезпеки на підприємствах кормовиробництва.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В теоретичному розділі У розділі було обґрунтовано особливості застосування машинних систем у тваринництві, підкреслено їхнє значення для підвищення ефективності виробничих процесів та полегшення праці. Проведено аналіз зоотехнічних вимог до кормів та методів їх підготовки та обробки. Зроблено оцінку, яким чином ступінь та спосіб подрібнення грубих кормів позначається на травленні у тварин. Розглянуто основні показники якості грубих кормів, що мають велике значення для забезпечення нормального розвитку та продуктивності тварин.

В технологічному розділі проведено детальний аналіз технологічних схем приготування кормів, що дозволяє комплексно оцінити весь процес від надходження сировини до отримання готової кормосуміші. Обґрунтовано технічні засоби для подрібнення стеблових та вологих кормів.

Проаналізовано різні типи кормодробарок і подрібнювачів. Впровадження сучасних методів діагностики та обліку стану обладнання дозволяє підвищити рівень безпеки виробництва, знизити ризики аварій та максимально використовувати потенціал наявної техніки.

В розрахунково-конструктивному розділі проаналізовано конструктивні рішення сучасних кормодробарок, їх основні технічні характеристики та вимоги до роботи. Розроблена конструкція універсальної кормодробарки дозволяє ефективно обробляти різні види сировини, Проведено розрахунки технологічних параметрів універсальної кормодробарки.

В розділі охорона праці проаналізовано вимоги до робочих місць та особливості організації трудового процесу. Систематизовано основні фактори, що можуть негативно впливати на здоров'я працівників та безпеку виробничого процесу.

Розглянуто основні аспекти забезпечення пожежної та електробезпеки на підприємствах кормовиробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Заболотько О. О., Хомик Н. І., Довбуш Т. А. Технологія виробництва продукції тваринництва; Машини та обладнання для тваринництва Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 360 с.
2. Форманюк В. В. Механізація приготування кормів з розробкою подрібнювача зерна: кваліфікац. робота Поліс. нац. ун-т, 2024. 82 с.
3. Поняття та джерела охорони праці в сільському господарстві : навч. матеріал правове підґрунтя охорони праці.
4. Жданов Д. Р. Комплексна механізація виробництва молока з модернізацією подрібнювача грубих кормів: кваліфікац. робота ЦНТУ, 2021. 156 с.
5. Методи оцінки ризиків виробничого травматизму в АПК : метод. посіб. / О. М. Шевченко. Х. : ХНУБіП, 2019. 128 с.
6. Машини і обладнання для механізації кормоцехів / За ред. В. І. Ребенка. К.: Аграрний вісник, 2023. 248 с.
7. Конструкції машин для механізованого приготування кормів / Під ред. С. Є. Потапова Львів: Літопис, 2021. 276 с.
8. Оптимізація механізації подрібнення грубих кормів у кормоцеху // Дипл. робота. Поліс. нац. ун-т, 2022.
9. Модернізація транспортування компонентів у технологічній лінії кормоцеху // Дипл. робота. НУБіП України, 2023.
10. Гусак П. О. Технологія годівлі сільськогосподарських тварин : моногр. Л. : Світ агро, 2024. 280 с.
11. Литвиненко С. В. Автоматизовані системи управління кормоприготуванням : моногр. Х. : Техніка, 2022. 198 с.
12. Савченко О. М. Технічні засоби годівлі тварин : навч. посіб. Житомир : Полісся, 2025. 312 с.

13. Практичні аспекти організації охорони праці на сільгосп підприємствах : навч. посіб. / Т. В. Зінченко. Дніпро : Ліра, 2021. 240 с.
14. Основи технології кормоприготування / навч. посіб. ТСАТУ, 2025. С. 10–60.
15. Бондаренко С. Г. Охорона праці в агропромисловому комплексі: монографія / С. Г. Бондаренко. К. : Освіта, 2018. 312 с.
16. Скляр О. Г., Болтянська Н. І. Механізація технологічних процесів у тваринництві : навч. посібник / О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська. Полтава : [вид-во], 2012. 720 с.
17. Механізація технологічних процесів тваринництва : навчально-лабораторний практикум / НУБіП України. Київ : НУБіП, 2023. 110 с.
18. Дигас О. В., Мачок Ю. В. Технічне забезпечення транспортування сільськогосподарських матеріалів в кормоцехах // Збірник тез Міжнар. наук. конф. Київ : НУБіП України, 2025. С. 18–20.
19. Заболотько О. О. та ін. Проектування та оптимізація технологічних систем у тваринництві : посібник Київ : КНТУ, 2023. 368 с.
20. Ткаченко О. І. Проектування потокових технологічних ліній приготування кормів. Вінниця: ВНАУ, 2020. 130 с.