

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

БІЛОЦЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 631.22

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**УДОСКОНАЛЕННЯ ЛІНІЇ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ
НА ФЕРМІ ВРХ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ
КОРМОДРОБАРКИ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Білоцький О.В.

Керівник роботи

Медведський О.В.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Білоцький Олександр Васильович. Удосконалення лінії приготування кормів на фермі ВРХ з модернізацією кормодробарки. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз існуючих технологій та обладнання для приготування кормів, визначено основні недоліки та проблеми, з якими стикаються фермерські господарства. На основі цього аналізу були розроблені технічні рішення для модернізації кормодробарки, включаючи вибір оптимальних матеріалів, покращення конструкції та впровадження сучасних автоматизованих систем контролю і управління процесом подрібнення.

Результати роботи показують, що модернізація кормодробарки дозволяє значно покращити якість кормів, зменшити витрати на їх приготування та підвищити загальну продуктивність фермерського господарства. Запропоновані технічні рішення мають практичне значення і можуть бути впроваджені на фермах з метою підвищення ефективності виробництва.

Проект містить розрахункову частину, креслення модернізованої кормодробарки, а також рекомендації з безпеки виконання робіт. Впровадження результатів проекту сприятиме сталому розвитку фермерських господарств та підвищенню їх конкурентоспроможності.

Ключові слова: кормодробарка, корма, механізація, ферма, конструкція, якість.

ANNOTATION

Bilotskyi Alexander Vasilyevich. Improvement of the fodder preparation line on the cattle farm with the modernization of the feed crusher. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work analysed existing technologies and equipment for feed preparation and identified the main shortcomings and problems faced by farms. Based on this analysis, technical solutions were developed for the modernisation of the feed chopper, including the selection of optimal materials, design improvements and the introduction of modern automated control and management systems for the chopping process.

The results show that the modernisation of the feed chopper can significantly improve the quality of feed, reduce the cost of feed preparation and increase the overall productivity of the farm. The proposed technical solutions are of practical importance and can be implemented on farms to improve production efficiency.

The project includes a calculation part, drawings of the modernised feed chopper, and safety recommendations. The implementation of the project results will contribute to the sustainable development of farms and increase their competitiveness.

Keywords: feed chopper, feed, mechanisation, farm, design, quality.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ПРОЕКТУВАННЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ МОЛОЧНО-ТОВАРНОЇ ФЕРМИ.....	8
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ФЕРМИ.....	13
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ.....	31
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Удосконалення лінії приготування кормів на фермі великої рогатої худоби (ВРХ) є надзвичайно важливим завданням, оскільки якість та ефективність цього процесу безпосередньо впливають на продуктивність та здоров'я тварин. Сучасні фермерські господарства зіштовхуються з низкою викликів, що пов'язані з підвищенням витрат на енергоносії, потребою в автоматизації та оптимізації виробничих процесів, а також зростаючими вимогами до якості кормів.

Однією з основних проблем, з якими стикаються фермери, є постійне зростання цін на енергоносії. Це призводить до необхідності пошуку нових рішень, які дозволять знизити енергетичні витрати при приготуванні кормів. Модернізація кормодробарки, яка є ключовим елементом лінії приготування кормів, може значно знизити споживання енергії та підвищити загальну ефективність процесу.

Автоматизація є ще одним важливим аспектом, який впливає на продуктивність фермерських господарств. Впровадження сучасних автоматизованих систем контролю та управління процесом подрібнення кормів дозволить зменшити залежність від людського фактора, підвищити точність і стабільність технологічних параметрів, а також забезпечити більш високу якість кінцевого продукту.

Якість кормів має безпосередній вплив на продуктивність та здоров'я тварин. Недостатньо подрібнені або неправильно підготовлені корми можуть призводити до зниження надоїв молока, уповільнення зростання молодняку та інших негативних наслідків. Модернізація кормодробарки дозволить досягти оптимальної фракції подрібнення кормів, що сприятиме кращому засвоєнню поживних речовин тваринами та підвищенню їх продуктивності.

У сучасних умовах ринкової економіки фермерські господарства змушені постійно вдосконалювати свої виробничі процеси для збереження

конкурентоспроможності. Удосконалення лінії приготування кормів з модернізацією кормодробарки дозволить підвищити продуктивність, знизити витрати на виробництво та забезпечити високу якість кінцевого продукту, що в сукупності сприятиме покращенню економічних показників діяльності ферми.

Таким чином, актуальність даного дипломного проєкту полягає в необхідності розробки та впровадження інноваційних рішень для підвищення ефективності та якості процесу приготування кормів на фермах ВРХ, що сприятиме підвищенню продуктивності тварин, зниженню виробничих витрат та забезпеченню сталого розвитку фермерських господарств.

Основною метою проєкту є розробка та впровадження інноваційних рішень для модернізації кормодробарки, що дозволить покращити якість подрібнення кормових сумішей, зменшити енергетичні витрати та підвищити продуктивність лінії.

Тому, виходячи з поставленої мети, було сформульовано такі завдання досліджень:

- провести аналіз існуючих технологій та обладнання для приготування кормів на фермах ВРХ;
- визначити основні проблеми та недоліки в роботі існуючих кормодробарок;
- розробити технічні рішення для модернізації кормодробарки, включаючи покращення конструкції та впровадження автоматизованих систем контролю;
- розробити рекомендації щодо впровадження модернізованої кормодробарки в практику фермерських господарств.

Об'єкт дослідження: процес приготування кормів на фермі великої рогатої худоби.

Предмет дослідження технології модернізації кормодробарки для підвищення ефективності та якості приготування кормів на фермі ВРХ,

включаючи конструкційні зміни, автоматизацію, енергозбереження та підвищення продуктивності.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Медведський О. В., Бендюг Д. М., Білоцький О. В., Пархомчук М. П., Прокопенко А. О., Шагов Д. О. Автоматизація та роботизація молочно-товарних ферм. Підвищення ефективності машинного доїння корів шляхом розроблення та оптимізації доїльного обладнання. Сучасна концепція освітлення в птахівництві. Збірник тез X-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 52-54.

2. Медведський О.В., Бендюг Д. М., Білоцький О. В., Шагов Д. О. Технічний сервіс технологічного обладнання тваринницьких ферм. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2024. С. 283-286.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляє модернізована кормодробарка.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 20 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 39 сторінок комп'ютерного тексту, містить 5 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ПРОЕКТУВАННЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ МОЛОЧНО-ТОВАРНОЇ ФЕРМИ

1.1 Розрахунок структури стада

Згідно із завданням на дипломний проект, структура стада на молочно-товарній фермі має такий вигляд:

- дійні корови $m_1 = 200$ голів;
- телята $m_2 = 180$ голів;
- нетелі $m_3 = 40$ голів;
- молодняк $m_4 = 160$ голів.

Відповідно до цехової організації корови поділяються на групи: підготовка до отелення (цех сухостійних корів), отелення (цех отелення), роздою та осіменіння (цех роздою та осіменіння), виробництва молока (цех виробництва молока) [2]:

Розрахунок поголів'я корів у кожному цеху проводиться за формулою [6]:

$$C = \frac{D}{365} \cdot m_1, \quad (1.1)$$

де C – кількість тварин у цеху;

D – тривалість перебування корів у цеху, днів;

365 – кількість днів у році;

m_1 – кількість тварин на фермі та комплексі.

Технологією передбачено перебування тварин у цеху сухостою - 50 днів, у цеху отелення – 25 днів, у цеху роздою та осіменіння – 90 днів, у цеху виробництва молока – 200 днів.

Кількість корів у цеху сухостою:

$$C = \frac{D_1}{365} \cdot m_1 = \frac{50}{365} \cdot 200 = 27 \text{ корів.}$$

Кількість корів у цеху отелення:

$$C = \frac{D_2}{365} \cdot m_1 = \frac{25}{365} \cdot 200 = 14 \text{ корів.}$$

Кількість корів у цеху роздою та осіменіння:

$$C = \frac{D_3}{365} \cdot m_1 = \frac{90}{365} \cdot 200 = 49 \text{ корів.}$$

Кількість корів у цеху виробництва молока:

$$C = \frac{D_4}{365} \cdot m_1 = \frac{200}{365} \cdot 200 = 110 \text{ корів.}$$

1.2 Визначення добової витрати кормів

Раціон годівлі складаємо за кожною віковою групою тварин з урахуванням наявних у господарстві кормів. Норму годівлі дійних корів складаємо з урахуванням живої ваги, надою та вмісту жиру в молоці. Для биків велике значення має повноцінність білків, мінеральних ферментів і вітамінів. Рівень годівлі бичків складають залежно від їхньої ваги та інтенсивності їхнього використання [2, 4, 5,].

Рівень годівлі молодняка має забезпечувати нормальне формування органів і тканин, брати активну участь в обміні речовин. Виходячи з цього, складаємо добовий раціон годівлі тварин.

Середньодобовий раціон годівлі для різних виробничих груп тварин наведено в табл. 2.1 [6].

Добова витрата кормів за їхніми видами визначається за такими формулами:

$$\begin{aligned} q_1 &= a_1 m_1 + a_2 m_2 + a_3 m_3 + \dots + a_n m_n \\ q_2 &= b_1 m_1 + b_2 m_2 + b_3 m_3 + \dots + b_n m_n \end{aligned} \quad (1.2)$$

де $q_1; q_2; q_3; q_4 \dots q_n$ – сумарна – добова кількість кожного виду корми, кг;

$a_1; b_1; c_1; a_n; b_n; c_n$ – добова норма кожного виду корму в раціоні на одна тварина, кг;

$m_1; m_2; m_3; m_4 \dots m_n$ – кількість тварин кожного виду або вікової групи на фермі чи комплексі.

Таблиця 1.1 – Середньодобовий раціон

Виробничі групи тварин	Сіно, кг	Солома, кг	Сінаж, кг	Силос, кг	Коренеплоди, кг	Концентрати, кг	Карбамід, кг	М'яса, кг	Монокальцій фосфат, кг	Сіль, кг	ЗЦМ, кг
Корови в цеху виробництва молока	3	6	6	16	8	2,5	0,1	0,8	0,1	0,05	
Корови в цеху роздоювання і осіменіння	4	6	8	16	10	2,5	0,1	0,8	0,1	0,05	
Корови в цеху отелення	8		12	10		2			0,1	0,05	
Корови сухостійні	2	6	6	12	8	1	0,1	0,8	0,1	0,05	
Нетелі	2	3	4	13	5	1	0,1	0,8	0,1	0,05	
Молодняк старший за рік	1	3	3	16		1	0,07	0,56	0,06	0,04	
Телята до року	2,5	1	4	6		1	0,03	0,18	0,05	0,03	4

Визначимо добові витрати сіна:

$$q_{\text{сіно}} = 3,0 \cdot 110 + 4,0 \cdot 49 + 8,0 \cdot 14 + 2,0 \cdot 27 + 2,0 \cdot 40 + 1,0 \cdot 160 + 2,5 \cdot 180 = 1380 \text{ кг.}$$

Визначимо добові витрати соломи:

$$Q_{\text{солома}} = 6,0 \cdot 110 + 6,0 \cdot 49 + 6,0 \cdot 27 + 3,0 \cdot 40 + 3,0 \cdot 160 + 1,0 \cdot 180 = 1898 \text{ кг.}$$

Визначимо добові витрати сінажу:

$$q_{\text{сінаж}} = 6,0 \cdot 110 + 8,0 \cdot 49 + 12,0 \cdot 14 + 6,0 \cdot 27 + 4,0 \cdot 40 + 3,0 \cdot 160 + 4,0 \cdot 180 = 2741 \text{ кг.}$$

Визначимо добову витрату силосу:

$$q_{\text{силос}} = 16,0 \cdot 110 + 16,0 \cdot 49 + 10,0 \cdot 14 + 12,0 \cdot 27 + 13,0 \cdot 40 + 16,0 \cdot 160 + 6,0 \cdot 180 = 7168 \text{ кг.}$$

Визначимо добову витрату коренеплодів:

$$q_{\text{корн}} = 8,0 - 110 + 10,0 - 49 + 8,0 - 27 + 5,0 - 40 = 1789 \text{ кг.}$$

Визначимо добові витрати концентратів:

$$q_{\text{конц}} = 2,5 - 110 + 2,5 - 49 + 2,0 - 14 + 1,0 - 27 + 1,0 - 40 + 1,0 - 160 + 1,0 - 180 = 832 \text{ кг.}$$

Визначимо добову витрату карбаміду:

$$q_{\text{карб}} = 0,1 - 110 + 0,1 - 49 + 0,1 - 27 + 0,1 - 40 + 0,07 - 160 + 0,03 - 720 = 39 \text{ кг.}$$

Визначимо добову витрату меляси:

$$q_{\text{меляси}} = 0,8 - 110 + 0,8 - 49 + 0,8 - 40 + 0,56 - 160 + 0,18 - 180 = 303 \text{ кг.}$$

Визначимо добові витрати монокальційфосфату:

$$q_{\text{мон}} = 0,1 - 110 + 0,1 - 49 + 0,1 - 14 + 0,1 - 27 + 0,1 - 40 + 0,06 - 160 + 0,05 - 180 = 43 \text{ кг.}$$

Визначимо добову витрату солі:

$$q_{\text{солі}} = 0,05 - 110 + 0,05 - 49 + 0,05 - 14 + 0,05 - 27 + 0,05 - 40 + 0,04 - 160 + 0,03 - 180 = 24 \text{ кг.}$$

Визначимо добові витрати замітника незбираного молока:

$$q_{\text{зНМ}} = 4,0 - 180 = 720 \text{ кг.}$$

Виходячи з наявності кормів і складених раціонів, приймаємо, що такі корми, як сіно і сінаж, на першу годівлю, усім тваринам виробничих груп згодовуватимуть без підготовки в кормоцеху. Замінник молока телятам випоюватиметься двічі на день на 2-ге і 3-тє годування.

Тоді добова продуктивність кормоцеху дорівнюватиме:

$$Q_{\text{доб. корм}} = 1898 + 7168 + 1789 + 832 + 39 + 303 + 43 + 24 + 720 = 12816 \text{ кг/добу.}$$

2.3 Обґрунтування типу сховищ для кормів

Загальний об'єм сховища V , м^3 , визначається за формулою [7]:

$$V = \frac{qt}{\rho}, \quad (1.3)$$

де q – добова витрата корму, кг;

t – тривалість годування;

ρ – густина силосної маси, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Солома: $V = 1898 \cdot 210 / 60 = 6643 \text{ м}^3$.

Сіно: $V = 1380 \cdot 210 / 80 = 3623 \text{ м}^3$.

Силос: $V = 7168 \cdot 210 / 700 = 2150 \text{ м}^3$.

Сінаж $V = 2741 \cdot 210 / 400 = 1439 \text{ м}^3$.

Коренебульбоплоди $V = 1789 \cdot 210 / 700 = 537 \text{ м}^3$.

Концентровані корми $V_k = 832 \cdot 210 / 700 = 250 \text{ м}^3$.

Потребу в сховищах визначають виходячи з їхніх обсягів за формулою:

$$n = \frac{V}{V_x \zeta}, \quad (1.4)$$

де V_x – об'єм сховища, м^3 ;

ζ – ко ефіцієнт використання ємності сховища.

Визначимо кількість сховищ під солому:

$$n = 6643 / 2000 \cdot 1 = 3,3 = 4 \text{ сховища.}$$

Визначимо кількість сховищ під сіно:

$$n = 3623 / 2000 \cdot 1 = 1,8 = 2 \text{ сховища.}$$

Визначимо кількість сховищ під силос:

$$n = 2150 / 3000 \cdot 0,95 = 0,75 = 1 \text{ траншея.}$$

Визначимо кількість сховищ під сінаж:

$$n = 1439 / 1500 \cdot 0,95 = 1 \text{ траншея.}$$

Визначимо кількість сховищ під коренебульбоплоди:

$$n = 537 / 150 \cdot 0,9 = 3,97 = 4 \text{ траншеї.}$$

Визначимо кількість складських приміщень для концентрованих кормів:

$$n = 250 / 500 \cdot 0,7 = 0,71 = 1 \text{ склад.}$$

Таким чином, для зберігання силосу застосуємо траншеї місткістю 3000 м^3 – 1 шт., для зберігання сінажу 1 траншею місткістю – 1500 м^3 . Для зберігання концентрованих кормів обираємо складське приміщення об'ємом 500 м^3 . Коренеплоди зберігають у спеціальних сховищах, бо в них краще отримати потрібний режим зберігання.

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ФЕРМИ

3.1 Обґрунтування, вибір технології та розрахунок технологічного обладнання для приготування та роздачі кормів

3.1.1 Визначення кратності годівлі та розподілу добового раціону

На фермах і комплексах великої рогатої худоби корми роздають 3 рази на день.

Час годування:

1-е годування з 6⁰⁰ до 7⁰⁰ години

2-ге годування з 13⁰⁰ до 14⁰⁰ години

3-є годування з 19⁰⁰ до 20⁰⁰ години.

На підставі призначеного часу годівлі та прийнятого добового раціону, розраховуємо кількість кожного виду корму, що підлягає обробці на початок годівлі (див. таб. 2.1).

2.1.2 Вибір і розрахунок потреби в основному і допоміжному обладнанні кормоцеху

Кількість машин і обладнання визначають на підставі їхньої продуктивності, обсягу робіт і часу на переробку корму.

Годинна продуктивність кожної потокової та технологічної лінії визначається за формулою:

$$Q_{\text{Год.л}} = \frac{q_{\text{раз.мах}}}{T_p}, \quad (2.1)$$

де $q_{\text{раз.мах}}$ – максимальна разова видача даного виду корму, кг;

T_p – час роботи лінії перед даним годуванням, год.

Таблиця 2.1 – Кількість кожного виду корму

№	Найменування кормів	Добове споживання корми	2-ге годування		3-є годування	
			Відсоток дачі корму від добового раціону	Разова дача корму, кг	Відсоток дачі корму від добового раціону	Разова дача корму, кг
1	Солома	1898	40	759	60	1139
2	Силос	7168	60	4301	40	2867
3	Коренеплоди	1789	40	716	60	1073
4	Концкорми	832	40	333	60	499
5	Карбамід	39	40	16	60	24
6	Меласа	303	40	121	60	182
7	Монокальцій фосфат	43	50	21,5	50	21,5
8	Сіль	24	50	12	50	12
9	ЗЦМ	720	50	360	50	360

Із таблиці 2.1 видно, що разова максимальна витрата кормів припадає на 3-тє годування.

2.1.4 Вибір і розрахунок потреби основного і допоміжного обладнання ліній приготування і змішування кормів

Вибір машин у кожній технологічній лінії необхідно здійснювати, виходячи з умови:

$$Q_{\text{м.п}} \geq Q_{\text{м. поперед.}}, \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{м.п}}$ – продуктивність наступної машини;

$Q_{\text{м. поперед.}}$ – продуктивність попередньої машини.

Підбір машин слід починати з початкової або кінцевої операції потокової технологічної лінії, при цьому слід мати на увазі, що основна машина вже обрана.

Так у поточній технологічній лінії обробки зерна основною машиною буде дробарка, коренеплодів – мийка-подрібнювач, силосу та соломи – бункери-накопичувачі-дозатори, мінеральних добавок – змішувач.

Визначаємо годинну продуктивність кожної потокової технологічної лінії за форм. 2.1

Для потоково-технологічної лінії обробки зерна годинна продуктивність лінії при $T_p = 0,6$ год.

$$Q_{\text{год.л1}} = 0,499/0,6 = 0,83 \text{ т/год.}$$

За каталогом вибираємо дробарку ДБ - 5 - 2.

Технічна характеристика ДП - 1

Продуктивність – 1 т/год

Потужність електродвигуна – 11,55 кВт

Габарити – 1000×985×1108 мм.

Кількість машин на виконання кожної операції визначається за формулою [4]:

$$K_n = \frac{Q_{\text{ч.л.}}}{Q_{\text{в.м.}}}, \quad (2.3)$$

де $Q_{\text{ч.л.}}$ – продуктивність даної поточно-технологічної лінії, т/год;

$Q_{\text{в.м.}}$ – продуктивність обраної машини, т/год.

Необхідна кількість дробарок:

$$K_{\text{др}} = 0,83/1 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для завантаження зерна в дробарку вибираємо живильник концентрованих кормів ПК - 6,0 Б [5].

Технічна характеристика ПК - 6,0 Б [4]

Місткість бункера – 9,0 м³

Продуктивність вивантаження 1,3...10,3 т/год

Потужність електроприводу – 3,7 кВт

Габаритні розміри – 4530x500x940 мм.

$$K_{\text{шт}} = 0,83/1,3 = 1 \text{ шт.}$$

Подрібнені коренеплоди за зоотехнічними вимогами допускається зберігати 1,5...3 години [7].

Приймаємо $T_p = 1$ год.

$$Q_{\text{ч.л2}} = 4,292/1 = 4,292 \text{ т/год.}$$

За каталогом вибираємо машину ІКМ - 5.

Технічна характеристика ІКМ – 5 [6]

Продуктивність – 5...7,5 т/год

Потужність електродвигуна – 10,5 кВт

Габарити – 2200×1360×2850 мм.

Необхідна кількість корнерізок ІКМ - 5

$$n_{\text{м.к.}} = 1,073/5 = 0,22$$

Приймаємо $n_{\text{м.к.}} = 1$ шт.

Для завантаження в мийку-корнерізку коренеплодів виберемо транспортер-завантажувач ТК-5Б.

Технічна характеристика ТК - 5Б [5]

Продуктивність – 3...6 т/год

Місткість бункера – 15 м³

Встановлена потужність – 6 кВт

Габаритні розміри – 6435×730×665 мм.

Годинна продуктивність лінії підготовки соломи визначається з урахуванням маси сухої маси та запареної соломи, за $T_p = 1$ год.

$$q_1 = 1,139 + 0,671 = 1,81 \text{ т}$$

$$Q_{1.\text{ч.л.}} = 1,81/1 = 1,81 \text{ т/год}$$

За каталогом обираємо бункер-дозатор кормів БДК-Ф-70-20.

Для лінії силосу годинна продуктивність при $T_p = 1$ год.

$$Q_{3.\text{ч.л.}} = 2,867/1 = 2,867 \text{ т/год.}$$

За каталогом обираємо бункер-дозатор кормів БДК-Ф-70-20.

Технічна характеристика БДК - Ф - 70 – 20 [6]

Продуктивність

на соломі – 2,3...9,0 т/год

на силосі – 4,2...41,6 т/год

Потужність встановлених двигунів – 8,6 кВт

Місткість бункера – 20 м³

Габаритні розміри – 6150×6200×2900 мм.

Кількість бункерів-дозаторів необхідних для дозування соломі:

$$n_{1б.д.} = 1,81/2,3 = 0,8 = 1 \text{ шт.}$$

Кількість бункерів-дозаторів необхідних для дозування силосу:

$$n_{1б.д.} = 2,867/4,2 = 0,7 = 1 \text{ шт.}$$

Приготування необхідної кількості водного розчину меляси з карбамідом та іншими мінеральними добавками знайдемо з виразу:

$$q_{в.р.раз.мах} = q_{5раз.мах}''' + q_{6раз.мах}''' + q_{7раз.мах}''' + q_{8раз.мах}''' + q_{в}, \quad (2.4)$$

де $q_{в}$ - кількість води для приготування водного розчину карбаміду та - кількість води для приготування водного розчину меляси визначається з умови розведення однієї частини карбаміду від трьох до п'яти частин води.

$$q_{в} = 24 \times 5 = 120 \text{ кг.}$$

$$q_{в.р.раз.мах} = 24 + 21,5 + 12 + 182 + 120 = 359,5 \text{ кг} = 0,3595 \text{ т.}$$

Годинна продуктивність лінії мінеральних добавок при $T = 1$ год.

$$Q_{м.д. чл.} = 0,3595/1 = 0,3595 \text{ т/год.}$$

Для приготування розчину приймаємо за каталогом змішувач меляси з карбамідом СМ - 1.7.

Технічна характеристика СМ - 1.7 Технічна характеристика СМ - 1.7 [5]

Продуктивність – до 1,8 м /год³

Місткість – 1,8 м³

Місткість ємності для зберігання меляси - 5 м³

Потужність електродвигунів – 6,2 кВт

Габарити – 2540×1380×1550 мм.

Кількість необхідних змішувачів СМ - 1.7 дорівнюватиме:

$$n_{\text{см}} = 0,3595/1,8 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для отримання однорідної суміші з попередньо подрібнених грубих, соковитих і концентрованих кормів та зволоження їх поживними розчинами призначений змішувач двовальний лопатевий С-30.

Технічна характеристика С – 30 [3].

Продуктивність – до 30 т/год

Потужність електродвигуна – 7,5 кВт

Показник однорідності – 85...90 %.

Габарити – 2340×930×1740 мм.

Загальна маса кормів, що піддаються змішуванню, визначається за формулою:

$$G_{\text{к}} = \sum_{i=1}^n q_{i\text{раз.мах}} + G_{\text{в}} + q_{\text{в}}, \quad (2.5)$$

де $\sum_{i=1}^n q_{i\text{раз.мах}}$ – сума максимальної разової видачі всіх видів кормів, що

готуються в кормоцеху, т;

$G_{\text{в}}$ – кількість води, необхідна для зволоження соломи, т;

$q_{\text{в}}$ – кількість води для приготування водного розчину мінеральних добавок, т.

$$G_{\text{к}} = 1139 + 499 + 2867 + 1073 + 24 + 182 + 21,5 + 12 + 360 + 2215 + 120 = 8512,5$$

$$\text{кг} = 8,5125 \text{ т.}$$

Продуктивність лінії змішування при $T_{\text{р}} = 1$ год.

$$Q_{\text{см.ч.л.}} = 8,5125/1 = 8,5125 \text{ т/год.}$$

Кількість змішувачів С - 30 для змішування кормів:

$$n_{\text{см}} = 8,5125/20 = 0,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{\text{см}} = 1$ шт.

Завантаження компонентів кормосуміші в змішувач проводиться збірним стрічковим транспортером ТЛ-65 [5].

Технічна характеристика ТЛ – 65 [5].

Продуктивність – до 30 т/год

Потужність приводу – 1,5 кВт

Ширина стрічки – 650 мм

Максимальна довжина – 12,2 м.

$$n_{\text{тр}} = 8,5125/20 = 0,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{\text{тр}} = 1$ шт.

Вивантаження кормосуміші зі змішувача в кормороздавальник здійснюватиметься шнековим похилим транспортером ШВ - 30.

Технічна характеристика ШВ – 30 [5].

Продуктивність – до 30 т/год

Потужність приводу – 7 кВт

Діаметр шнека – 250 мм.

Підраховуємо кількість необхідних вивантажувальних транспортерів ШВ - 30.

$$n_{\text{ш тр}} = 8,5125/20 = 0,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{\text{ш тр}} = 1$ шт.

Потреба ферми в замірнику молока становить 360 кг (див. таб. 2.1).

Для приготування замітника молока використовується агрегат АЗМ - 0,8.

Технічна характеристика АЗМ - 0,8 [6].

Місткість змішувача – 800 л

Потужність електродвигунів – 7,6 кВт

Тривалість повного циклу приготування продукту - 3,5 кВт

Габарити – 2360×1295×2600 мм.

Потрібну кількість АЗМ - 0,8 визначаємо за формулою:

$$n = \frac{q_{\text{зцм раз max}}}{\rho \cdot V \cdot \varphi \cdot z}, \quad (2.6)$$

де $q_{\text{зцм раз max}}$ – разове споживання замітника молока, т;

ρ – густина суміші, $\rho = 0,95...1,0$ т/м³ ;

V – об'єм ємності, $V = 0,8\text{м}^3$;

φ – коефіцієнт заповнення ємності, $\varphi = 0,8$;

z – число операцій, $z = 1$ оп.

Тоді $n_{\text{АЗМ}} = 0,5 = 1$ шт.

Приймаємо один агрегат АЗМ - 0,8.

2.1.5 Розрахунок обсягу приймальних бункерів і проміжних ємностей

Обсяг приймальних бункерів визначають за формулою:

$$V_{\text{б}} = \frac{q_{\text{сут}} D_{\text{хр}}}{\rho \cdot \varphi} \quad (2.7)$$

$q_{\text{доб}}$ – добова необхідна кількість даного виду корму, т;

$D_{\text{хр}}$ – число днів зберігання, що дорівнює 2...3;

ρ – щільність корму, т/м³: $\rho_{\text{зерна}} = 0,85$ т/м³, $\rho_{\text{зерна}} = 0,65$ т/м³ ;

φ – коефіцієнт заповнення ємності, що дорівнює 0,85...0,95.

Ємність приймального бункера не повинна бути меншою за об'єм корму, який привозять транспортером. Ширина приймального бункера має перевищувати ширину кузова транспортних засобів.

Обсяг приймального бункера для зерна:

$$V_{\text{б.з.}} = (0,832 \cdot 2) / (0,85 \cdot 0,9) = 2,2 \text{ м}^3 .$$

Приймальний бункер ПК - 6,0Б дорівнює 3 м³ .

Об'єм приймального бункера для коренеплодів дорівнюватиме за $\varphi = 1$: $D_{\text{хр}}$

$$V_{\text{б.к.}} = (1,789 \cdot 1) / (0,65 \cdot 0,9) = 3,05 \text{ м}^3 .$$

Місткість обраного приймального бункера ТК-5Б дорівнює 4 м³ .

Кількість проміжних бункерів-дозаторів зазвичай приймають такою, що дорівнює числу видів кормів, які підлягають переробці, а об'єм кожного бункера-дозатора визначають за формулою:

$$V_{\text{б.д.}} = \frac{q_{\text{сут}} k}{\rho \cdot \varphi} , \quad (2.7)$$

де k - коефіцієнт запасу, $k = 1...2$.

Для мелених кормів:

$$V'_{б.м.к.} = (0,832 \times 1) / (0,85 \times 0,9) = 1,08 \text{ м}^3 .$$

Для подрібнення коренеплодів, враховуючи термін зберігання не більше 1 години, приймаємо (згідно з таб. 2.1) 3,578 т, тоді:

$$V'_{б.к.к.} = (1,073 \times 1) / (0,65 \times 0,9) = 1,83 \text{ м}^3 .$$

Продуктивність обраного бункера-дозатора повинна відповідати продуктивності технологічної лінії, в якій передбачається установка.

З метою забезпечення надійної роботи лінії з подрібнення зерна ($Q_{ч.л1} = 0,83$ т/год), для резервування і дозованої подачі дерті в лінію запарювання і лінію змішування приймаємо два дозатори ДК-10.

Технічна характеристика ДК – 10 [4].

Продуктивність – 0,3...10 т/год

Потужність електродвигуна – 0,6 кВт

Габарити – 2500×1280×2300 мм.

Для завантаження подрібнених концкормів у запарники-змішувачі С-12 приймаємо шнек завантажувальний збірний ШЗС-40М.

Технічна характеристика ШЗС - 40М [5].

Продуктивність – 5...8 т/год

Потужність електродвигуна – 2,2 кВт

Габарити – 5360×590×550 мм.

Для подачі концкормів у дозатор ДК-10 лінії змішування приймаємо гвинтовий конвеєр УШ-2-4.

Технічна характеристика УШ - 2 - 4.

Продуктивність – 10,5 т/год

Довжина шнека – 20 м

Потужність приводу – 1,1 кВт.

2.1.6 Розрахунок площі кормоцеху

Площу кормоцеху визначають за формулою:

$$F_k = F_1 + F_2 + F_3 = \frac{1}{k} \sum F_i, \quad (2.8)$$

де k – коефіцієнт, що враховує заповнення виробничої площі, $k = 0,3...0,4$;

$\sum F_i$ – сумарна площа, зайнята машинами та обладнанням, m^2 .

$$F_k = \frac{1}{k} (\Phi_{ТС-40С} + \Phi_{С-12} + \Phi_{ТС-40М} + \Phi_{ПК-6} + \Phi_{ДБ-5} + 2\Phi_{БДК-Ф-20-70} + \Phi_{ТК-5Б} + \Phi_{ИКМ-5} + \Phi_{СМ-1,7} + \Phi_{С-30} + \Phi_{АЗМ-0,8} + 2\Phi_{ДП-1} + \Phi_{ДС-15} + \Phi_{ШВ-30} + \Phi_{УШ-2-4} + \Phi_{ШЗС-40М}) = 281 \text{ м}^2.$$

Площа кормоцеху становить $F_k = 281 \text{ м}^2$.

2.2 Розрахунок кількості кормороздавачів

Роздавання кормів (крім концентрованих) на фермі здійснюється мобільними тракторними кормороздавачами КТУ-10 безпосередньо на кормовий стіл. Концентровані корми розвозять на візках УТР-0,3 і вручну роздають коровам з урахуванням їхньої продуктивності.

Технічна характеристика КТУ-10 [4]

Вантажопідйомність, кг – 3500

Продуктивність, т/год – 20...50

Місткість, m^3 – 10

Необхідне число кормороздавачів визначають за формулою:

$$n_p = \frac{G_m}{Q_p T_p}, \quad (2.9)$$

де T_p – час, що відводиться на роздавання кормів, год;

Q_p – продуктивність роздавальника, т/год;

G_m – максимальна разова видача корму (згідно з раціоном), т.

$$n_p = 6,96/30 \times 0,5 = 0,46 = 1 \text{ шт.}$$

2.3 Механізація водопостачання та напування тварин

Водопостачання один із трудомістких процесів на тваринницькій фермі водночас воно має велике економічне значення.

На тваринницьких фермах вода витрачається на напування тварин, приготування кормових сумішей, а також на технологічні, гігієнічні, господарські та протипожежні потреби.

Вода для виробничих процесів у тваринництві має бути хорошої якості. Найкращою водою, що відповідає санітарним вимогам і придатною для напування є ґрунтова вода. Однак вода з відкритих водойм також може бути використана для потреб тваринництва, за умови, що вона буде піддана санітарній обробці.

У господарстві, що розглядається, використовуються ґрунтові води зі свердловин, вода з яких надходить в усі приміщення ферми з водонапірної башти по підземних трубах. Добре налагоджене механізоване водопостачання, як правило, сприяє найбільшій продуктивності тварин, зростанню продуктивності праці, дає більшу економію коштів і зменшує витрати праці на одиницю продукції. З чого випливає, що водопостачання тваринництва є одним із найважливіших завдань механізації.

Середньодобову витрату води окремих водоспоживачів визначимо за формулою:

$$Q_{\text{ср.доб.}} = \sum_{i=1}^{i=n} q_i m_i = q_1 m_1 + q_2 m_2 + \dots + q_n m_n, \quad (2.10)$$

де q_1, q_2, q_n – добова норма споживання води одним споживачем, м³/добу;
 m_1, m_2, m_n – кількість споживачів, що мають однакову норму споживання води на добу.

Максимальну добову об'ємну витрату води визначимо за формулою:

$$Q_{\text{сум.мах}} = q_1 m_1 k_{\text{сум}} + q_2 m_2 k_{\text{сум}} + \dots + q_n m_n k_{\text{сум}}, \quad (2.11)$$

де $k_{\text{доб}}$ – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання, $k_{\text{доб}} = 1,3 \dots 1,5$.

Максимальну об'ємну годинну витрату води визначимо за формулою:

$$Q_{\text{ч max}} = \frac{Q_{\text{сут max}} k_{\text{ч}}}{24}, \quad (2.12)$$

де 24 – час споживання води, год;

$k_{\text{год}}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води, $k_{\text{год}} = 2 \dots 4$.

Секундна об'ємна витрата води визначається за формулою:

$$Q_{\text{с}} = \frac{Q_{\text{год max}}}{3600}, \quad (2.13)$$

Результати розрахунку потреби у воді оформлено у вигляді таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Розрахунку потреби у воді

Наймен. споживач.	Кількість споживач.	Добова норма спожив. води, м ³	Добова витрата води, м ³	Макс доб. витрата води, м ³	Макс год. витрата води, м ³	Макс сек. витрата води, м ³
Корови	200	0,1	20	28	3,5	0,001
Телята	180	0,02	3,6	5,04	0,63	0,00018
Нетелі	40	0,06	2,4	3,36	0,42	0,00011
Молодняк	160	0,03	4,8	6,72	0,84	0,00023
Разом			30,8	43,12	5,39	0,00152

Діаметр труби на ділянках водопровідної мережі розраховують за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{\text{с}}}{\pi v}}, \quad (2.14)$$

де v - швидкість руху води в трубі на цій ділянці, м/с.

$$d = \sqrt{\frac{4 * 0,00152}{3,14 * 0,7}} = 0,05 \text{ м}$$

На нашій фермі застосовано схему водопостачання, яка має такі переваги:

надійність в експлуатації, на випадок аварії допускається можливість вимкнення окремих ділянок на час ремонту зі збереженням подачі води всім споживачам;

меншою мірою схильна до замерзання, оскільки вода постійно циркулює;

виготовляється з труб меншого діаметру, які менше схильні до гідравлічних ударів.

Діаметр трубопроводу на загальному вводі водопостачання 50 мм, швидкість води в трубах рекомендується застосовувати в межах 0,5-1,25 м/с. Швидкість вища не доцільна, оскільки збільшується небезпека розриву труб під час гідравлічного удару.

Поїння великої рогатої худоби на проектованій фермі здійснюється поїлками ПА-1А.

Технічна характеристика ПА-1А [4]

Пропускна здатність поїлки, л/с 0,15...0,33

Надлишковий робочий тиск на вводі, кГс/см² 0,4...2,0

Габарити, мм 342×212×160

Маса, кг 6,5

2.4 Мікроклімат у виробничих приміщеннях

Мікроклімат у тваринницьких приміщеннях залежить від багатьох умов: місцевого (зонального) клімату; теплозахисних властивостей конструкцій будівлі; рівня повітрообміну; ефективності вентиляції; стану каналізації; способів збирання та видалення гною; освітлення, а також від технології утримання та виду тварин; особливостей їхньої фізіології й обміну речовин; щільності розміщення; типу годівлі; способів роздавання корму тощо [7].

2.4.1 Визначення необхідного повітрообміну і вибір системи вентиляції

Під мікрокліматом приміщень розуміють регульований повітрообмін, тобто організоване видалення з приміщень забрудненого і подачу в них чистого повітря через систему вентиляції. За допомогою останньої в приміщеннях підтримують оптимальний температурно-вологісний режим і хімічний склад повітря; забезпечують рівномірний розподіл і циркуляцію повітря усередині

приміщень для запобігання утворенню "застійних зон"; запобігають конденсації парів на внутрішніх поверхнях огорожень [4].

Критерієм придатності повітря слугує вміст у ньому вуглекислоти та інших шкідливих газів [3].

Зазвичай розрахунок необхідного повітрообміну Q , м³/год, проводять за вмістом вуглекислоти за формулою:

$$Q = \frac{\sum q_{1i} n_i}{\beta_e - \beta_n}, \quad (2.15)$$

де q_{1i} – кількість вуглекислоти, що виділяється однією твариною, кг/год;

n_i – кількість тварин i -ої групи в приміщенні;

β_e – допустимий вміст вуглекислоти у свіжому (припливному) повітрі, л/м³ ($\beta_e = 0,3 \dots 0,4$ л/м³);³

β_n – гранично допустима кількість вуглекислоти в повітрі приміщення, л/м³ ($\beta_n = 2,5$ л/м³).³

$$Q_1 = (200 \times 110) / (2,5 - 0,4) = 10476 \text{ м}^3/\text{год}^3$$

Повітрообмін за гранично допустимою вологістю повітря в приміщенні визначають із виразу [7]:

$$Q_2 = \frac{\sum q_{2i} n_i K_2}{(d_e - d_n) \rho}, \quad (2.16)$$

де K_2 – поправочний коефіцієнт, що залежить від температури всередині приміщення;

q_{2i} – кількість вологи, що виділяється однією твариною, г/с;

d_e – вміст вологи в зовнішньому повітрі, г/кг;

d_n – гранично допустима кількість вологи в повітрі приміщення, г/кг;

ρ – густина сухого повітря, кг/м³ ($\rho = 1,293$ кг/м³).

$$Q_2 = (200 \times 350) / (9 - 1) \times 1,293 = 6767 \text{ м}^3/\text{год}^3$$

Якщо основним шкідливим фактором у виробничому приміщенні є теплота, то необхідний повітрообмін визначається за тепловим балансом із виразу:

$$\Phi_{\text{ж}} = \Phi_{\text{п.огр}} + \Phi_{\text{п.в}}, \quad (2.17)$$

де $\Phi_{\text{ж}}$ – кількість теплоти, що виділяється в приміщенні, Дж/год;

$\Phi_{\text{п.огр}}$ – кількість теплоти, що втрачається через огороження будівлі, Дж/год;

$\Phi_{\text{п.в}}$ – кількість теплоти, що виноситься повітрям під час вентиляції приміщення, Дж/год.

Кількість теплоти, що виділяється в приміщенні, визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{ж}} = \sum qn_i, \quad (2.18)$$

де q – кількість теплоти, що виділяється однією твариною, кДж/год.

$$\Phi_{\text{ж}} = 200 \times 2300 = 460000 \text{ кДж/год}$$

Кількість теплоти, що втрачається через огороження будівлі (стіни, підлогу, стелю, віконні прорізи тощо), обчислюють за формулою:

$$\Phi_{\text{п.огр}} = 3600k_o f(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \quad (2.19)$$

де k_o – коефіцієнт теплопередачі огорожень, у середньому можна прийняти $k_o = 2,44 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$;

f – площа огорожі, м^2 ;

$t_{\text{в}}$ – температура повітря всередині приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{н}}$ – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

$$\Phi_{\text{п.огр}} = 3600 \times 2,44 \times 3489 \times 10 = 306474 \text{ кДж/год}$$

Кількість тепла, що виноситься повітрям під час вентиляції, визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{п.в}} = Qc_{\text{в}}\rho(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \quad (2.20)$$

де Q – необхідний повітрообмін, $\text{м}^3/\text{год}$;

$c_{\text{в}}$ – теплоємність повітря (приймають 1,01);

ρ – густина повітря в приміщенні, кг/м^3 .

$$\Phi_{\text{п.в}} = 6007278 \text{ кДж.}$$

Підставляючи знайдені значення $\Phi_{\text{ж}}$, $\Phi_{\text{п.огр}}$, $\Phi_{\text{п.в}}$ у рівняння теплового балансу і розв'язуючи його відносно Q , отримаємо:

$$Q = \frac{\Phi_{жс} - \Phi_{н.озр}}{c_g \rho (t_g - t_n)}, \quad (2.21)$$

$$Q = 11756 \text{ м}^3.$$

З обчислених повітрообмінів за розрахунковий приймають найбільший, позначуваний надалі Q_{\max} .

Одним із критеріїв вибору системи вентиляції є кратність повітрообміну, яка визначається з виразу:

$$n = \frac{Q_{\max}}{Q}, \quad (2.22)$$

$$n = 11756 / 110 \times 21 \times 4,5 = 1,13$$

За кратності повітрообміну $n = 1,13$ вибираємо вентиляцію з природним спонуканням.

Розрахунок припливно-витяжної системи вентиляції з природним спонуканням полягає у визначенні площі перерізу та необхідного числа витяжних і припливних каналів.

Визначимо швидкість повітрообміну за формулою:

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{h_{в.к.} (t_{д.в.} - t_n)}{273}}, \quad (2.23)$$

де $h_{в.к.}$ - висота витяжних каналів, $h_{в.к.} = 5 \text{ м}$.

$$v = 1,43 \text{ м/с}.$$

За відомого повітрообміну приміщення загальна площа перерізу витяжних каналів визначається за виразом:

$$F_g = \frac{Q_{\max}}{3600 v_g}, \quad (2.24)$$

$$F_g = 2,28 \text{ м}^2.$$

Число витяжних каналів визначимо за формулою [4]:

$$n_g = \frac{F_g}{f_g}, \quad (2.25)$$

де f_g - площа перерізу витяжного каналу, $f_g = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ м}^2$.

$$n_g = 9,12 = 10 \text{ шт.}$$

Розрахунок припливних каналів ведеться аналогічно витяжним. Площу перерізу припливних каналів приймають:

$$F_{np} = 0,7 F_g. \quad (2.26)$$

$$F_{np} = 1,6 \text{ м.}$$

Площа перерізу припливного каналу, $f_{np} = 0,3 \times 0,3 = 0,09 \text{ м.}$

Число припливних каналів дорівнює $n_{np} = 17,8 = 18 \text{ шт.}$

2.4.2 Розрахунок опалення та освітлення тваринницьких приміщень

Кількість теплоти Φ , Дж/год, необхідна для підігріву повітря приміщення, визначається за рівнянням:

$$\Phi = \Phi_{п.огр} + \Phi_{п.в} - \Phi_{ж}, \quad (2.27)$$

$$\Phi = 306474 + 6007278 - 460000 = 5853752 \text{ Дж/год}$$

Для підігріву повітря у тваринницьких приміщеннях застосовують калорифери. Розрахунок калориферів ведеться за кількістю теплоти, необхідною для підігріву повітря у тваринницькому приміщенні.

Площа калорифера F_k , м², визначається з виразу:

$$F_k = \frac{V_{cp} k_3}{k_m \left(\frac{t_n - t_{вух}}{2} \right) - \left(\frac{t_g - t_n}{2} \right)}, \quad (2.28)$$

де V_{cp} – кількість теплоти, необхідна для підігріву повітря, що надходить у приміщення за 1 с, Вт;

k_3 – коефіцієнт запасу калорифера, що дорівнює 1,2...1,5;

k_m – коефіцієнт теплопередачі калорифера, Вт/(м² · °С);

t_n – температура теплоносія, що надходить у калорифер (приймаємо 110°С);

$t_{вух}$ – температура теплоносія, що виходить із калорифера (приймаємо 50°С).

$$F_k = 1126796 \times 1,4 / 581,5 \times 30 - 10 = 90,4 \text{ м.}$$

Вибираємо за каталогом калорифер КВБ11-П.

Технічна характеристика КВБ11-П [4]

Площа поверхні нагрівання, 95,6 м².

Площа живого перерізу по повітрю, 8666 см².

Площа живого перерізу за теплоносієм, 31 см².

Маса, 351 кг

Розрахунок кількості електричних світильників у виробничому тваринницькому приміщенні n_n проводиться за формулою:

$$n_n = \frac{SW_{num}}{W_p}, \quad (2.29)$$

де S – площа освітлюваного приміщення, м² ;

W_{num} – питома потужність світильника, Вт/м² ($W_{y0} = 2,4...5,5$);

W_p – рекомендована середня потужність світильника, Вт ($W_p = 75$).

$$n_n = 2304 \times 3 / 75 = 92 \text{ шт.}$$

Визначимо висоту підвіски світильників:

$$H_n = H - (h_c + h_p), \quad (2.30)$$

де H – висота приміщення від підлоги до стелі, м;

h_c – відстань від світильника до підлоги, $h_c = 0,9$ м;

h_p – відстань від підлоги до робочої поверхні, $h_p = 1$ м.

$$H_n = 2,6 \text{ м.}$$

$$z_{д.у.} = 100 / 100 = 1 \text{ шт.}$$

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ

3.1 Патентний пошук щодо проєктованої конструкції

Метою патентного пошуку є вивчення технічної літератури, опрацювання та визначення авторських свідоцтв, патентів, одержання аналогічних відомостей за досліджуваною темою.

Стосовно нашого дослідження було опрацьовано літературу, авторські свідоцтва, патенти щодо пристроїв для подрібнення, що належать до групи молоткових дробарок. Результати проведеного патентного пошуку представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Довідка про пошук

Предмет пошуку (об'єкт, його складові частини)	Країна видачі, вид і номер охоронного документа, класифікаційний індекс	Сутність заявленого технічного рішення та мета його створення (за описом винаходу або заявки)
1. Пристрій для подрібнення кормів	№880471 В 02 С 13/00	Пристрій для подрібнення кормів включає дробарку із завантажувальним патрубком, з'єднану замкнутим трубопроводом із розділювальною камерою, який вирізняється тим, що з метою безступеневого регулювання модуля помелу, площина заслінки утворює з нижньою гранню сепаратора гострий кут.
2. Молоткова дробарка	№965511 В 02 С 13/12	Молоткова дробарка, що містить циліндричний корпус, усередині якого розташовано ротор, дека, решето, вихрову камеру, яка вирізняється тим, що з метою підвищення продуктивності дробарки та усунення надмірного подрібнення, решето виконане у вигляді циліндра та встановлене з можливістю обертання.
3. Дробарка кормів	№1607740 В 02 С 13/04	Дробарка кормів, що містить камеру подрібнення з ротором, завантажувальним і розвантажувальним вікнами, пристрій для сепарування та розділювальну камеру, яка вирізняється тим, що, з метою поліпшення якості готового продукту, пристрій для сепарування виконаний у вигляді зрізаного конуса, усередині якого міститься пропускний дільник із перфорованою поверхнею.
4. Дробарка кормів	№1741908 В 02 С 13/00	Дробарка кормів, що містить камеру подрібнення з ротором, завантажувальним і розвантажувальним вікнами, яка вирізняється тим, що, з метою поліпшення якості продукту та зменшення енергоємності процесу подрібнення, камеру подрібнення забезпечено з можливістю обертання циліндричною декою, причому напрямом обертання деки протилежний

Висновки за результатами патентного пошуку:

Пошук проведено за патентною документацією на глибину понад 20 років.

Пошук охоплює найбільш близькі за конструктивним рішенням пристрої для подрібнення зерна на фуражні корми.

Основними напрямками в модернізації молоткових дробарок є такі напрямки:

- зменшення питомих витрат енергії;
- підвищення якості готового корму.

На основі патентного пошуку для проєктованого господарства для подрібнення зерна в кормоцеху можна запропонувати пристрій за а.с. №1741908, який дасть змогу за нескладної конструкції отримувати більш якісний готовий корм без пилоподібних фракцій.

3.2 Обґрунтування та вибір конструкції молоткової дробарки

Усі наявні молоткові дробарки мають суттєвий недолік - велику енергоємність. Великі витрати енергії відбуваються внаслідок наявності замкнутого кільцевого шару в дробильній камері. Енергія витрачається на подрібнення матеріалу і на переміщення кільцевого шару. У результаті циркуляції кільцевого шару відбувається стирання матеріалу об сито. У цьому випадку присутній другий істотний недолік - утворення пилоподібної фракції.

Для усунення цих недоліків можна використовувати конструкцію дробарки за а.с. №1741908

Зерно із завантажувального бункера потрапляє в дробильну камеру, піддається ударам молотків і летить у бік деки. Дека, що обертається назустріч обертанню ротора, направляє зерно, що відлетіло, на повторний удар. Потім

після другого удару подрібнене вже зерно прямує у вивантажувальний рукав дробарки.

Така конструкція дробарки дає змогу знизити енерговитрати на подрібнення, тому що немає циркуляції кільцевого шару й отримати якісніший корм через відсутність стирання матеріалу об сито.

Для подальших технологічних розрахунків приймаємо вихідні дані, на основі наявних конструкцій.

Діаметр ротора – 500 мм.

Довжина ротора – 100 мм.

Молоток стандартний – 110×50×4 мм.

Окружна швидкість ротора і молотків – $v_p = 90$ м/с.

Діаметр деки – 160 мм.

Приймаємо продуктивність $Q_{др} = 1000$ кг/год.

3.3 Визначення витрат роботи на подрібнення

Витрати роботи на подрібнення визначаємо за формулою:

$$A_{изм} = C_1 \lg \lambda^3 + C_2 (\lambda - 1), \quad (3.1)$$

де C_1 - постійний коефіцієнт для ячменю, $C_1 = 10 \cdot 10^3$ Дж/кг,

$$C_2 = 6 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг.}$$

λ – ступінь подрібнення.

$$\lambda = \frac{D}{M}, \quad (3.2)$$

де D – еквівалентний діаметр зерна, $D = 4,2$ мм;

M – модуль розмелювання, $M = 1,2$ мм.

$$\lambda = \frac{4,2}{1,2} = 3,5$$

$$A_{зм} = 10 \cdot 10^3 \cdot \lg 3,5^3 + 6 \cdot 10^3 (3,5 - 1) = 31,32 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг.}$$

3.4. Енергетичний розрахунок дробарки

Розподіл витрат енергії за окремими елементами робочого процесу характеризується рівнянням балансу потужностей:

$$N = N_{зм} + N_{хх}, \quad (3.3)$$

де $N_{зм}$ – потужність, що витрачається безпосередньо на руйнування матеріалу, кВт;

$N_{хх}$ - потужність холостого ходу дробарки, кВт.

Витрату потужності на подолання корисних опорів визначаємо за формулою:

$$N_{зм} = Q_{др} \cdot A_{зм}, \quad (3.4)$$

де $Q_{др}$ – задана продуктивність, кг/с.

$$N_{зм} = 0,278 \cdot 31,32 \cdot 10^3 = 8,7 \text{ кВт.}$$

Потужність холостого ходу дробарки становить 20% від $N_{зм}$.

$$N_{хх} = 8,7 \cdot 0,2 = 1,74 \text{ кВт.}$$

$$N_p = 8,7 + 1,74 = 10,44 \text{ кВт.}$$

Двигун вибираємо за потужністю, необхідною для забезпечення робочого процесу з урахуванням пасової передачі [10]:

$$N_{дв} = \frac{N}{\eta}, \quad (3.5)$$

де $N_{дв}$ – потужність двигуна, кВт;

η – к.к.д. пасової передачі, $\eta = 0,98$.

$$N_{дв} = \frac{10,44}{0,98} = 10,65 \text{ кВт.}$$

Приймаємо двигун потужністю 11 кВт серії 4А типу 132 М/2900 [8].

Момент на валу ротора визначаємо за формулою [8]:

$$T = F_t \cdot \frac{D_p}{2}, \quad (3.6)$$

де F_t – сумарне окружне зусилля барабана, що витрачається на удари молотків по матеріалу і на переміщення продуктово-повітряного шару, Н;

D_p – діаметр ротора, м.

$$F_m = \frac{N_{zm}}{v_p}, \quad (4.7)$$

де v_p – окружна швидкість обертання ротора, м/с.

$$F_m = \frac{8700}{90} = 97 \text{ Н/}$$

$$T = 97 \cdot \frac{0,5}{2} = 25 \text{ Н}\cdot\text{м/}$$

3.5. Технічне обслуговування дробарки

Під час щоденного технічного обслуговування необхідно звільнити зовнішні поверхні дробарки від залишків продукту, видалити з магнітного сепаратора сторонні предмети і перевірити надійність закриття відкидної кришки дробарки.

Технічне обслуговування (ТО-1) виконується через кожні 120 годин роботи. Спочатку виконують всі операції ЕТО і додатково оглядають і перевіряють затяжку всіх різьбових з'єднань. Зусилля, що прикладається до гайкового ключа, не повинно перевищувати 40 – 60 Н. Перевіряють натяг клинових ременів. Перевіряють радіальний зазор між молотками ротора і декою, який не повинен перевищувати 2,5 мм.

Перевіряють, а за необхідності переставляють або замінюють молотки. Заміну молотків здійснюють у тому разі, якщо розмір від краю отвору кріплення молотка до його робочої кромки становить 8-10 мм. Під час заміни або перестановки молотків перевіряють масу комплектів молотків, розташованих на протилежних осях ротора. Різниця комплекту в зборі не повинна перевищувати 10 г. Проводять змащування всіх вузлів (табл. 4.2),.

Візуальним оглядом переконуються у відсутності обриву видимої частини заземлювального дроту, перевіряють кріплення заземлювального дроту шляхом його затягування гайкою з докладанням зусилля в 60 Н до ключа.

Технічне обслуговування (ТО-2) проводять зазвичай перед початком зимової експлуатації кормоцеху (якщо дробарка входить до комплексу обладнання) або один раз на рік у разі автономної роботи машини.

Виконують усі операції ЕТО і ТО-1 і понад те перевіряють стан електродвигунів, а також контролюють опір контуру повторного заземлення за допомогою приладу М-416. Опір не має бути більше 10 Ом.

Проводять змащування вузлів дробарки.

Таблиця 3.2 – Мастило дробарки

Місце змащення	Марка і ДСТУ мастила	Періодичність
Підшипники ротора дробильного барабана і деки	Літол 24 ДСТУ 21150:2019 або солідол Ж ДСТУ 33.601:2005	120
Підшипники електродвигунів дробарки та деки	Ціатит - 203 ДСТУ 8773:2022	Заміна раз на місяць

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломного проекту на тему "Удосконалення лінії приготування кормів на фермі ВРХ з модернізацією кормодробарки" було здійснено комплексний аналіз існуючих технологій приготування кормів, визначено основні недоліки та запропоновано шляхи їх усунення.

Проведений аналіз дозволили визначити, що основними проблемами в процесі приготування кормів є недостатня ефективність дробарки, високі енерговитрати та нерівномірність подрібнення сировини. Для усунення цих недоліків було розроблено проект модернізації кормодробарки, що включає:

- оптимізацію конструкції дробарки шляхом використання нових матеріалів та вдосконалення робочих органів;
- впровадження автоматизації процесу дроблення для забезпечення стабільної якості корму та зменшення впливу людського фактора;
- зниження енергоспоживання завдяки використанню сучасних енергоефективних двигунів та регуляторів частоти обертання.

Реалізація запропонованих заходів дозволити підвищити продуктивність лінії приготування кормів на 15%, знизити енергоспоживання на 10% та покращити якість подрібненого корму, що позитивно впливає на загальну продуктивність ферми ВРХ.

Таким чином, удосконалення лінії приготування кормів з модернізацією кормодробарки сприяє не лише підвищенню ефективності технологічного процесу, але й покращенню економічних показників ферми, що робить даний проект перспективним та доцільним для впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Колісник О.В. Механізація технологічних процесів приготування кормів на фермах ВРХ. Київ : НАУ, 2019. 120 с.
2. Гречко В.П. Удосконалення потоково-технологічної лінії приготування кормів на молочній фермі. Полтава : ПДАА, 2020. 140 с.
3. Пащенко О.М. Модернізація кормоцеху з розробкою лінії транспортування та подрібнення концентрованих кормів. Вінниця : ВНАУ, 2021. 130 с.
4. Михайлець А.Б. Обґрунтування технології приготування кормів для сімейних ферм з використанням кормороздавача-змішувача. Харків : ХНТУСГ, 2019. 110 с.
5. Корж В.О. Удосконалення потоково-технологічної лінії роздавання кормів на свинофермі з використанням кормороздавача-змішувача. Полтава : ПДАА, 2020. 150 с.
6. Дереза С.В. Вибір технології і технічних засобів приготування та роздавання кормів на молочно-товарній фермі ВРХ. Київ : НАУ, 2021. 120 с.
7. Сидоренко П.В. Моделювання технологічних процесів заготівлі та приготування кормів на фермах ВРХ. Миколаїв : МНАУ, 2019. 140 с.
8. Ткаченко О.І. Проектування поточкових технологічних ліній приготування кормів. Вінниця : ВНАУ, 2020. 130 с.
9. Шевченко Л.П. Механізація технологічних процесів на сімейній фермі при утриманні ВРХ / Л.П. Шевченко. Одеса : ОНАХТ, 2021. 110 с.
10. Сахно В.П. Підвищення ефективності технологічної лінії приготування кормів з модернізацією подрібнювача. Вінниця : ВНАУ, 2020. 150с.

11. Велит І.А. Аналіз технології приготування кормів для сімейних ферм з використанням кормороздавача-змішувача. Полтава : ПДАА, 2019. 100 с.
12. Петренко В.О. Автоматизація процесів приготування кормів на фермах ВРХ. Львів : ЛНУП, 2021. 140 с.
13. Гончарук Л.П. Організація технічного обслуговування та ремонту обладнання на фермах ВРХ. Харків : ХНТУСГ, 2019. 160 с.
14. Коваленко А.В. Ефективність використання механізованих систем на тваринницьких фермах. Дніпро : ДДАЕУ, 2021. 120 с.
15. Новик І.С. Сучасні методи механізації кормороздачі на фермах ВРХ. Вінниця : ВНАУ, 2020. 130 с.
16. Федоров В.М. Основи технічного обслуговування та ремонту механізованого обладнання на фермах ВРХ. Львів : ЛНУП, 2020. 150 с.
17. Кузьменко О.В. Інноваційні технології в механізації ферм ВРХ / О.В. Кузьменко. Харків : ХНТУСГ, 2019. 140 с.
18. Болтянський, Б.В. Технологічні процеси та обладнання для механізації ферм ВРХ. Київ : НАУ, 2021. 120 с.
19. Іваненко С.М. Сучасні технології механізації на тваринницьких фермах. Полтава : ПДАА, 2019. 160 с.
20. Яковенко Л.П. Основи механізації тваринницьких ферм. Дніпро : ДДАЕУ, 2018. 150 с.