

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 631.364.1

ВОЗНІЮК ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ПРОЄКТ КОМПЛЕКСНОЇ МОЛОЧНОЇ ФЕРМИ ВРХ З РОЗРОБКОЮ ЛІНІЇ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА

(тема роботи)

208 «Агроінженерія»

(шифр і назва спеціальності)

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

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Сукманюк Олена Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові)
к.і.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Вознюк О. М. Проєкт комплексної молочної ферми ВРХ з розробкою лінії охолодження молока. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В даній кваліфікаційній роботі розроблено проєкт комплексної молочної ферми ВРХ та здійснено розрахунок технологічної лінії водопостачання і напування тварин, мікроклімату, природнього освітлення, виробничої лінії роздавання кормів та гноєвидалення, а також машинного доїння та первинної обробки молока.

Проведений аналіз систем для охолодження молока та нагріву води і розроблено технологічну схему машин та наведений опис технологічного процесу роботи схеми циркуляції рідини в двосекційному пластинчастому охолоджувачі. Здійснено технологічний, кінематичний і енергетичний розрахунки машин.

Ключові слова: проєкт, ферма, молоко, схема циркуляції, рідина.

ABSTRACT

Vozniuk O.M. The project of an integrated cattle dairy farm with the development of a milk cooling line. Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 208 - Agroengineering. - Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

In this qualified work, the development of the technological line of water supply and animal swelling, microclimate, natural clarification, the feed distribution line and pus removal, as well as machine milk production and primary milk processing.

An analysis of systems for cooling milk and heating water has been carried out, and a technological diagram of machines and guidance has been developed, a description of the technological process and circulation circuits in a two-section plate-frequency cooler. Effects of technological, kinematic and energy development of machines.

Key words: project, farm, milk, circulation scheme, district.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ТА МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ФЕРМІ ВРХ	6
1.1. Аналіз розвитку тваринництва у господарстві	6
1.2. Проєктування виробничих ліній	6
1.3. Розрахунок мікроклімату	11
1.4. Розрахунок природного освітлення	13
1.5. Розрахунок виробничої лінії кормів	14
1.6. Механізація гноєвидалення	17
1.7. Машинне доїння корів та первинна обробка молока	19
1.8. Висновки по розділу	21
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	22
2.1. Аналіз систем для охолодження молока та нагріву води	22
2.2. Розробка та опис технологічного процесу роботи машин	25
2.3. Технологічний розрахунок машини	27
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	33
3.1. Охорона праці на фермі	33
3.2. Пожежна безпека	33
3.3. Розробка заходів щодо захисту цивільного населення	34
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36

ВСТУП

Молочне тваринництво є однією трудоємкою галуззю нашого регіону, яке потребує значних матеріальних вкладень і великих затрат праці. Основним технологічним процесом на фермі з виробництва молока є доїння та первинна його обробка.

З давніх-давен молоко є продуктом харчування і лікарським засобом для лікування людей. У молоці містяться всі необхідні найважливіші і цінні компоненти для життєдіяльності організму людини. Але молоко є швидкопсувним продуктом. Бактерицидний період дозволяє зберегти його початкові властивості. Тривалість цього періоду залежить від температури самого молока. При зниженні температури молоко з 36 до 20 °С тривалість цього періоду збільшується від 2 годин, при зниженні до 10 °С бактерицидний період збільшується до 24 годин, а при температурі 5 °С він складає 36 годин. Для збереження початкових якостей молока необхідно після видоювання його відразу охолоджувати. Відповідно, швидкому охолодженню молока отримується якісні молочні продукти.

В даний час із-за особливостей конструкцій охолоджувачів свіжовидоєне молоко охолоджують не відразу, тому що для проведення технологічного процесу охолодження необхідно спочатку зібрати визначену кількість молока. Наприклад, охолодження молока в резервуарах-охолоджувачах можливе тільки у тому випадку, коли її лопаті будуть сховані у молоці. Під час охолодження лопаті мішалки направляють потік молока на охолоджувальну поверхню. В процесі охолодження молока при використанні механічної мішалки в кутках резервуара-охолоджувача утворюються застійні зони, в яких процес охолодження сповільнюється, що знижується, що знижує інтенсивність його охолодження і призводить до розвитку в молоці мікроорганізмів.

Сумарне споживання енергетичних ресурсів щороку зростає. Енергетичні ресурси, доступні людству, є обмеженими, тому нарівні з пошуком нових джерел енергії проводяться роботи зі скорочення її споживання кінцевими користувачами.

При використанні природного холоду також виникають певні проблеми, зумовлені низькою швидкістю охолодження.

Одна з найважливіших та головних умов отримання якісного та корисного молока – це своєчасна первинна обробка на фермі.

Мета дослідження: розробити проект комплексної молочної ферми великої рогатої худоби з удосконаленням лінії охолодження молока.

Об’єктом розробки: технологічного процесу роботи схеми циркуляції рідини в двосекційному пластинчастому охолоджувачі.

Предмет розробки – технологічна схема двосекційного пластинчастого охолоджувача.

. Для виконання даної мети було вирішено такі завдання:

- провести розрахунок технологічної лінії водопостачання і напування тварин, мікроклімату, природнього освітлення, виробничої лінії роздавання кормів та гноєвидалення, а також машинного доїння та первинної обробки молока;

- аналіз систем для охолодження молока та нагріву води;

- розробити технологічну схему машин та навести опис технологічного процесу роботи схеми циркуляції рідини в двосекційному пластинчастому охолоджувачі.

Публікації:

Вознюк О.М. Аналіз систем для охолодження молока та нагріву води. Наукові читання – 2024: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 20 травня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 64-68.

Вознюк О.М. Обґрунтування способу утримання тварин. Наукові читання – 2024: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 20 травня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 79-81.

Обсяг та структура роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 37 сторінках машинописного тексту, містить 9 рисунків та 2 таблиці, списку використаних джерел з 16 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ТА МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ФЕРМІ ВРХ

1.1. Аналіз розвитку тваринництва у господарстві

У господарстві є молочно-товарна ферма на 200 голів кожна. Основною продукцією тваринництва у господарстві є молоко та м'ясо ВРХ. Виробничі показники господарства наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Виробничі показники тваринництва

Показники	Роки				
	2019	2020	2021	2022	2023
Кількість корів	180	170	170	160	150
Кількість сухостійних корів	60	57	55	54	50
Кількість телят, гол.	1815	1705	1734	1718	1682
Надій на одну корову за рік, кг.	3264	3249	3218	3020	2905
Добовий приріст телят, кг./доб.	0,76	0,75	0,75	0,72	0,65

Зниження продуктивності тваринництва є наслідком незадоволеної забезпеченості поголів'я кормами рослинництва. На всіх фермах господарства механізовано технологічні процеси приготування та роздачі кормів, водопостачання, доїння та збирання гною.

Аналіз галузі тваринництва показав, що поголів'я ВРХ у господарстві знизилося на 8,6%. Основною причиною цього зниження є недостатня забезпеченість поголів'я кормами, особливо концентрованими.

1.2. Проектування виробничих ліній

Механізація водопостачання та напування тварин. Кількість води (питної, механічної), яку повинна подавати водопровідна мережа, що проектується, визначають за розрахунковими нормами її споживання споживачами кожного виду та їх числом, з урахуванням перспективного плану збільшення споживання води.

Середньодобова витрата води $Q_{\text{ср.доб.}}(\text{л})$, на фермі визначається за такою формулою [3]:

$$Q_{\text{ср.доб.}} = q_1 \cdot n_1 + q_2 \cdot n_2 + \dots + q_n \cdot n_n \quad (1.1)$$

де: q_n – середньодобова норма споживання води одним споживачем, л [3]

n_n – кількість споживачів, гол.

Приймаючи, що на фермі з 200 голів у нас 150 голів дійного стада, а 50 голів – це сухостійні корови, маємо:

$$Q_{\text{ср. доб.}} = 150 \cdot 100 + 50 \cdot 60 = 18000 \text{ л};$$

Величина витрати недостатня для виконання розрахунку водопровідної мережі, тому визначаємо максимальну добову витрату води за формулою [3]:

$$Q_{\text{мах.доб.}} = Q_{\text{ср.доб.}} \cdot \alpha_{\text{доб.}} \quad (1.2)$$

де: $\alpha_{\text{доб}}$ – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання; $\alpha_{\text{доб}} = 1,3$ [3]

$$Q_{\text{мах.доб.}} = 18000 \cdot 1,3 = 23400 \text{ л.}$$

Максимальну годинну витрату води (л/год) визначаємо за формулою [3]:

$$Q_{\text{мах.год}} = Q_{\text{мах.доб.}} / 24 \cdot \alpha_2 \quad (1.3)$$

де: α_2 – коефіцієнт годинної нерівномірності, на фермах з автонапуванням $\alpha_2 = 2 \div 2,5$ [4]. Приймаємо $\alpha_2 = 2$.

$$Q_{\text{мах.год.}} = 23400 / 24 \cdot 2 = 1950 \text{ л/год.}$$

Секундна витрата (л/с) води дорівнює [3]

$$q_c = \frac{Q_{\text{мах. .ч}}}{3600} = \frac{1950}{3600} = 0,54 \text{ л/с} \quad (1.4)$$

Добова витрата насосної станції повинна дорівнювати максимальній добовій витраті води на приміщення або ферму, а годинна витрата станції визначається за формулою [3]:

$$Q_{\text{нас}} = \frac{Q_{\text{max.сут}}}{\tau} \quad (1.5)$$

де τ – тривалість роботи насоса чи станції на добу, год. (приймаємо $\tau=14$ год).

$$Q_{\text{нас}} = \frac{23400}{14} = 1671 \text{ л/ч}$$

Вибираємо заглибний насос марки ЕЦВ6-4-190 [5]

Необхідну потужність (Вт) електродвигуна для приводу насоса визначаємо за формулою [3]:

$$N = \frac{Q_{\text{нас}} \cdot \rho \cdot H \cdot K_3 \cdot q}{\eta_m \cdot \eta_h} \quad (1.6)$$

де: $Q_{\text{нас}}$ – об'ємна витрата води (подача насоса), м³/с;

ρ – густина води, кг/м³;

H – повний напір насоса, м;

K_3 – коефіцієнт запасу потужності, що враховує можливість навантаження під час роботи насоса, $K_3 = 1,1 \div 2,0$ [3]. Приймаємо $K_3 = 2,0$;

q – прискорення вільного падіння; $q=9,81$ м/с²;

η_h – ККД насоса, згідно з технічною характеристикою $\eta_h = 0,4 \div 0,6$. Приймаємо $\eta_h = 0,55$;

η_m – ККД передачі від двигуна до насоса, $\eta_m = 1,6$ [3].

$$N = \frac{0.001 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 9.81}{0.55 \cdot 1.6} = 4.2 \text{ Вт.}$$

Воду необхідно подавати споживачам під певним тиском, $N=4 \div 5$ ($N=40 \div 50$ кПа). Необхідна місткість резервуара (м³) дорівнює [3]:

$$V_{\text{рез}} = (0,15 \dots 0,20) Q_{\text{max.доб.}} \quad (1.7)$$

де: $Q_{\text{max.доб}}$ – максимальний добовий тиск води, л.

$$V_{\text{рез}} = 0,20 \cdot 23400 = 4680 \text{ л}$$

Вибираємо $V_{\text{рез}} = 5 \text{ м}^3$.

Діаметр труб (м) зовнішнього водопроводу на початковій ділянці, на якій проходить вся кількість води, визначаємо за формулою [3]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\max/c}}{\pi \cdot v}} \quad (1.8)$$

де: $Q_{\max/c}$ – максимальна секундна витрата води, м³/с;
 v – швидкість води в трубах, м/с; ($v=0,4$ м/с [3]):

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00054}{3.14 \cdot 0.4}} = 0.04 \text{ м}$$

Визначивши діаметр трубопровода підбираємо тип автонапувалок і визначаємо їх кількість (n) на тваринницькій фермі [3]:

$$n = m/z, \quad (1.9)$$

де: m – кількість тварин на фермі, гол.;

z – коефіцієнт, що показує скільки тварин використовують напувалку.

Приймаємо автонапувалки типу ПА-1А, приймаємо $n=200/2=100$ напувалок.

Вода підводиться до автонапувалки при низькій температурі її та навколишнього повітря. На фермах ВРХ у корівнику на стіні біля входу в молочний блок монтується водонагрівач пристосування ВЕП-600 для підігріву води до 10°C і примусової її циркуляції.

Приблизний режим витрати води на тваринницьких фермах по годинах доби поданий в таблиці 1.2.

Таблиця 2.1 – Годинний режим витрачання води на тваринницькі фермі протягом доби

Години доби	Годинна витрат, % від $Q_{\max, \text{доб}}$
0-1	3,1
1-2	2,1
2-3	1,9
3-4	1,7
4-5	1,9
5-6	1,9
6-7	3,3
7-8	3,5
8-9	6,1

9-10	9,1
10-11	8,6
11-12	2,9
12-13	3,3
13-14	4,8
14-15	2,9
15-16	10,0
16-17	4,8
17-18	2,9
18-19	3,1
19-20	2,6
20-21	6,8
21-22	5,8
22-23	2,6
23-24	4,3

При побудові графіка витрати води на фермі по годинах доби на осі ординат відкладають у вибраному масштабі витрату води за кожну годину (л/год), по осі абсцис – години доби.

$$Q_v = \frac{Q_{\max_{\text{сут}}} \cdot l}{100} \quad (1.10)$$

де: l – годинна витрата води на фермі;

$Q_{\max_{\text{доб}}}$ – максимальна добова витрата води, л.

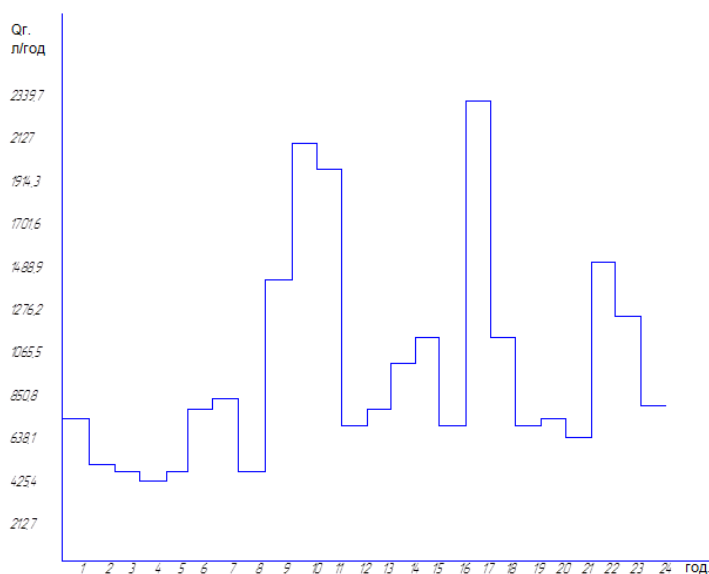


Рисунок 1.2 – Графік витрати води на фермі за годинами доби

1.3. Розрахунок мікроклімату

У разі інтенсивного ведення тваринництва збільшується щільність розміщення тварин у приміщеннях. Відповідно має вирішуватися і проблема створення та підтримки параметрів мікроклімату у приміщеннях, оскільки продуктивність тварин на 20-30 % залежить від стану повітряного середовища у тваринницьких приміщеннях.

Для створення необхідних умов існування тварин та високої стійкості до захворювань, максимальної їхньої продуктивності необхідно піклуватися про створення для тваринницького комплексу сприятливих факторів навколишнього середовища, таких як: температура, вологість, загазованість та рух повітря. Створення у тваринницьких приміщеннях оптимального мікроклімату продовжує термін служби основних виробничих будівель, покращує умови праці обслуговуючого персоналу.

Причини погіршення клімату більшості тваринницьких приміщень, що експлуатуються, полягає в низькому теплозахисті огорожувальних конструкцій, некваліфікованій експлуатації опалювально-вентиляційного обладнання, а також неправильною організацією повітрообміну. Годинний повітрообмін ($\text{м}^3/\text{год}$) за вмістом вуглекислого газу та вологи визначається за формулою [3]:

$$L_{\text{co}_2} = \frac{C \cdot m}{C_1 - C_2} \quad (1.11)$$

$$L_w = \frac{W \cdot m \cdot \beta}{W - W_{21}} \quad (1.12)$$

де: C – кількість вуглекислого газу, що виділяється однією твариною, $\text{л}/\text{год}$ [3];

m – кількість тварин, гол;

C_1 – допустима кількість вуглекислого газу повітря приміщення, $\text{л}/\text{м}^3$, $C_1=1,5 \text{ л}/\text{м}^3$;

C_2 – вміст вуглекислого газу у проточному повітрі, $\text{л}/\text{м}^3$; $C_2=0,3 \div 0,4 \text{ л}/\text{м}^3$ [4]. Приймаємо $C_2 = 0,4 \text{ л}/\text{м}^3$;

W – кількість водяної пари, що виділяється однією твариною протягом години, $\text{г}/\text{год}$ [3];

β – коефіцієнт, що враховує випаровування вологи з підлоги, годівниць, автонапувалок і т.д.;

W_1 – допустима кількість водяної пари у повітрі приміщення, $\text{г}/\text{м}^3$ (абсолютна вологість) [3].

$$W_1 = \frac{\varpi \cdot W_{\max}}{100} \quad (1.13)$$

де: ϖ – нормативна відносна вологість повітря в тваринницькому приміщенні, [3]; $\varpi=70\%$;

$W_{\max}$ – максимальна вологість проточного повітря, г/м³.

$$W_1 = \frac{70 \cdot 9.5}{100} = 6.65 \text{ г/м}^3;$$

$W_2=3,2 \div 3,3$ г/м³. [3] Приймаємо $W_2=3,2$ г/м³

Підставивши значення у вираз (1.11) і (1.12), отримаємо:

$$L_{\text{co}_2} = \frac{126 \cdot 150 + 118 \cdot 50}{1,5 - 0,4} = 22545,5 \text{ м}^3 / \text{год} ;$$

$$L_w = \frac{(404 \cdot 150 + 380 \cdot 50) \cdot 0,75}{6,65 - 3,2} = 17304,3 \text{ м}^3 / \text{год} ;$$

Порівнюючи годинниковий повітрообмін по вуглекислому газу та вологості, видно, що найбільшим є повітрообмін по вуглекислому газу. Тому в подальших розрахунках використовуємо годинниковий повітрообмін по вуглекислому газу.

Кратність годинного повітрообміну [3]:

$$K=L/V, \quad (1.14)$$

де: V – місткість приміщень, м³; $V = 8019$ м³;

$K=22545,5/8019=2,81$ год.

При кратності повітрообміну $K<3$ вибирають природну вентиляцію. При природній вентиляції повітрообмін відбувається внаслідок різниці температур всередині та зовні приміщення. Повітря у приміщенні переміщається каналом знизу вгору.

Перетин витяжних та припливних каналів (м³) визначається за формулою [3]:

$$F_{\epsilon} = \frac{L}{3600 \cdot v} \quad (1.15)$$

де: L – годинний повітрообмін по вуглекислому газу, $\text{м}^3/\text{год}$;
 v – швидкість повітря каналі, $\text{м}/\text{с}$.

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{h(\tau_1 - \tau_2)}{273}} \quad (1.16)$$

де: h – висота каналу ($h = 3 \text{ м}$). [4]

$\tau_1 - \tau_2$ – різниця температур внутрішнього та зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{К}$.
 [3]:

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{3 \cdot (10 - (-20))}{273}} = 1,26 \text{ м}/\text{с}$$

Відповідно,
$$F_{\epsilon} = \frac{22545,5}{3600 \cdot 1,26} = 5 \text{ м}^3.$$

Кількість витяжних каналів визначаємо за формулою:

$$m_k = \frac{F_{\epsilon}}{f}, \quad (1.17)$$

де: f – площа перетину одного каналу, м^2 , [3]. $f = 0,5 \text{ м}^2$.

$$m_k = \frac{5}{0,5} = 10.$$

Приймаємо 10 каналів.

1.4. Розрахунок природного освітлення

Природне освітлення оцінюється світловим коефіцієнтом, що виражає відношення площі віконних отворів до площі приміщення.

Коефіцієнт природного освітлення визначаємо за наступною формулою [6]:

$$l_{\min} = \frac{F \cdot 100 \cdot \tau_0 \cdot \eta}{\eta_0 \cdot S_n} \quad (1.18)$$

де: F – сумарна площа світлових прорізів; $F = 72 \text{ м}^2$;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопроникності, $\tau_0 = 0,5$;

η – коефіцієнт, що враховує світло, відбите від стін та стелі: $\eta = 2,2$;

η_0 – світлова характеристика вікна, $\eta_0 = 2,3$;

S_n – площа підлоги приміщення, m^2 , $S_n = 1998 m^2$.

$$l_{min} = \frac{72 \cdot 100 \cdot 0.5 \cdot 2.2}{23 \cdot 1998} = 0.17$$

1.5. Розрахунок виробничої лінії кормів

Перед згодовуванням корми попередньо обробляють у кормоцеху для того, щоб підвищити смакові та поживні властивості окремих компонентів. [2] Річна потреба кормів на фермі чи комплексі визначається, виходячи з добового раціону та тривалості періоду годування даним видом кормів [3, 7].

Вибираємо силосно-сінний спосіб годування.

Добовий раціон для сухостійних корів [7]:

1. Сіно злаково-бобове – 6,0 кг;
2. Силос кукурудзяний – 8,0 кг;
3. Сінаж злаково-бобовий – 11,0 кг;
4. Кормові коренеплоди – 6,0 кг;
5. Концентровані корми – 1,6 кг;
6. Поварена сіль – 0,07 кг.

Раціон для корів дійного стада [7]:

1. Сіно злаково-бобове – 6,6 кг;
2. Силос кукурудзяний – 9,0 кг;
3. Сінаж злаково-бобовий – 15,0 кг;
4. Кормові коренеплоди – 10 кг;
5. Концентровані корми – 4,2 кг;
6. Поварена сіль – 0,09 кг.

Добовий вантажопотік доб [3]:

$$G_{доб} = q_1 \cdot m' + q_2 \cdot m' + \dots + q_n \cdot m' \quad (1.19)$$

де: $q_1, q_2, \dots, q_n$ – вага окремих видів кормів, що входять у добовий раціон тварини, кг;

m' – кількість тварин окремої групи на фермі, гол. [2, 3]

$$G_{доб} = 50 \cdot (6+8+11+6+1,6) + 150 \cdot (6,5+9+15+10+4,2) = 8335 \text{ кг}$$

Добовий вантажообіг на фермі $Q_{доб}$ (т.км), що залежить від поголів'я тварин за видами та віковими групами, добового раціону, плану розміщення добових

будівель та складів на території ферми, кратності годівлі, визначається за формулою [3]:

$$Q_{\text{доб}} = m' (q_1 \cdot L_1 + q_2 \cdot L_2 + \dots + q_n \cdot L_n). \quad (1.20)$$

де: q_n – вага окремих видів кормів, т;

L_n – довжина шляху переміщення кожного виду кормів, км.

$$Q_{\text{доб}} = [50 \cdot (0,006 \cdot 0,5 + 0,008 \cdot 0,4 + 0,011 \cdot 0,3 + 0,006 \cdot 0,5 + 0,0016 \cdot 0,6) + 150 \cdot (0,0065 \cdot 0,5 + 0,009 \cdot 0,4 + 0,015 \cdot 0,3 + 0,01 \cdot 0,5 + 0,0042 \cdot 0,6)] = 3,504 \text{ т.км.}$$

Масу кормів, потрібних для тваринницької ферми протягом року, (т), можна визначити з умови потреби окремих видів кормів, тривалості стійлового періоду та годування тварин на фермі в літній час (зелений корм) [3]

$$G_{\text{год}} = \frac{G_{\text{доб}} \cdot D_{\text{тр}}}{1000} \quad (1.21)$$

де: $G_{\text{доб}}$ – вага всіх видів кормів, що входять у добовий раціон (вантажопотік), кг;

$D_{\text{тр}}$ – тривалість періоду годування тварин протягом року на фермі, добу;

$$G_{\text{год}} = \frac{8335 \cdot 240}{1000} = 2000,4 \text{ т.}$$

Знаючи добовий вантажообіг за окремими віковими групами тварин і тривалістю переміщення окремих видів кормів залежно від відстані, виду транспортних засобів та кратності годівлі, визначаємо годинний вантажообіг $Q_{\text{год}}$ (т.км.) [3].

$$Q_{\text{год}} = m' \left(\frac{q_1 \cdot L_1}{\tau_1} + \frac{q_2 \cdot L_2}{\tau_2} + \dots + \frac{q_n \cdot L_n}{\tau_n} \right) \quad (1.22)$$

де: τ – тривалість перевезення одного виду кормів, год.

$$Q_{\text{год}} = \left[50 \cdot \left(\frac{0,006 \cdot 0,5}{0,85} + \frac{0,008 \cdot 0,4}{0,85} + \frac{0,011 \cdot 0,3}{0,55} + \frac{0,006 \cdot 0,5}{0,85} + \frac{0,0016 \cdot 0,6}{0,9} \right) + 150 \cdot \left(\frac{0,0065 \cdot 0,5}{0,85} + \frac{0,009 \cdot 0,4}{0,85} + \frac{0,015 \cdot 0,3}{0,55} + \frac{0,01 \cdot 0,5}{0,85} + \frac{0,0042 \cdot 0,6}{0,9} \right) \right] = 4,63 \text{ т.км/год}$$

Далі визначаємо кількість транспортних засобів [3]:

$$n = \frac{Q_u}{V \cdot \rho \cdot z \cdot L_{\text{сп}}} \quad (1.23)$$

де: V – місткість кузова транспортного засобу, м³;

ρ – густина корму, т/м³;

z – кількість рейсів за годину;

$L_{\text{ср}}$ – довжина шляху перевезення кормів, км;

Число рейсів визначаємо за формулою [3]:

$$Z = \frac{60}{\tau_p + \tau_d + \tau_n + \tau_{\text{роз}}} \quad (1.24)$$

де: τ_p – тривалість руху транспортного засобу з вантажем, хв; $\tau_p=3$ хв;

τ_d – тривалість руху без вантажу, хв $\tau_d=2,9$ хв;

τ_n – тривалість навантаження, хв;

$\tau_{\text{роз}}$ – тривалість розвантаження, хв, $\tau_{\text{роз}}=4,2$ хв;

Тривалість простою під навантаженням [3]:

$$\tau_n = \frac{V \cdot \rho}{Q_n} \quad (1.25)$$

де: V – місткість кузова транспортного засобу, м^3 . Для КТУ-10А $V = 10 \text{ м}^3$ [8];

ρ – густина корму, $\text{т}/\text{м}^3$. Для сінажу $\rho=0,25 \text{ т}/\text{м}^3$ [3];

Q_n – продуктивність транспортного засобу, $\text{т}/\text{хв}$;

Для навантажувача-екскаватора ПЕ-0,8Б $Q_n=1,67 \text{ т}/\text{хв}$ [8];

$$\tau_n = \frac{10 \cdot 0.25}{1.67} = 1.5 \text{ хв.}$$

$$z = \frac{60}{3 + 2.9 + 4.2 + 1.5} \approx 5 \text{ рейсів.}$$

$$\text{Відповідно, } n = \frac{4.63}{10 \cdot 0.25 \cdot 5 \cdot 0.3} = 1.2, \text{ приймаємо } n=2 \text{ шт.}$$

Добова продуктивність кормоцеху має відповідати сумарної добової потреби кормів на фермі, тобто.

$$Q_{\text{ц}} = G_{\text{доб}}, \text{ кг/доб.} \quad (1.26)$$

Беручи до уваги кратність годівлі, визначаємо продуктивність кормоцеху за зміну (кг), [2,3]:

$$Q_{\text{ц.зм}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{k} \quad (1.27)$$

где: k – кратність годівлі ($k = 2 \div 3$ рази; приймаємо $k=2$ рази).

$$Q_{\text{ц.зм.}} = \frac{8335}{2} = 4167,5 \text{ кг / зміну.}$$

1.6. Механізація гноєвидалення

Елементи даної операції розраховуються наступним чином:

Підраховуємо спочатку добовий вихід гною $G_{\text{доб}}$, (кг), [2, 3]:

$$G_{\text{доб}} = m \cdot (q_m + q_p + q_v + q_n) \quad (1.28)$$

де: q_m – середньодобове виділення твердих екскрементів однією твариною, кг;

q_p – середньодобове виділення рідких екскрементів однією твариною, кг;

q_v – середньодобова витрата води на змив гною на одну тварину, кг;

q_n – середньодобова норма підстилки однієї тварини, кг;

m – кількість тварин, гол.

$$G_{\text{доб}} = 200(25+12+3+10)=10000 \text{ кг.}$$

У пасовищний період добовий вихід гною $G'_{\text{доб}}$ на фермі менше і визначається за формулою:

$$G'_{\text{доб}} = (0,4 \div 0,5) G_{\text{доб}}, \quad (1.29)$$

$$G'_{\text{доб}} = 0,5 \cdot 10000 = 5000 \text{ кг.}$$

Річний вихід гною $G_{\text{год}}$, (т), [3]:

$$G_{\text{год}} = 1/1000(G_{\text{доб}} \cdot \tau_{\text{см}} + G'_{\text{доб}} \cdot \tau_n), \quad (1.30)$$

де: $\tau_{\text{см}}$ – тривалість стійлового періоду (200÷220 діб);

τ_n – тривалість пасовищного періоду (145÷165 діб) [3].

$$G_{\text{год}} = 1/1000 \cdot (10000 \cdot 200 + 5000 \cdot 165) = 2825 \text{ т.}$$

Знаючи добовий вихід гною на фермі від усього поголів'я та тривалість його зберігання визначаємо площу гноєсховища, (м^2), [3]:

$$F_x = \frac{1}{h_x} \left(\frac{G_{\text{доб}} D_{\text{зб}}}{\rho} \right) \quad (1.31)$$

де: h_x – висота укладання гною, $h_x = 1,5 \div 2,5$ м;

F_x – площа гноєсховища, м^2 ;

$G_{\text{доб}}$ – добовий вихід гною на фермі від усього поголів'я, кг;

$D_{\text{зб}}$ – тривалість зберігання гною в гноєсховище, добу;

ρ – щільність гною, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\rho = 700 \div 900 \text{ кг}/\text{м}^3$ [4]

$$F_x = \frac{1}{2} \left(\frac{10000 \cdot 365}{900} \right) = 2028 \text{ м}^2.$$

Залежно від обраної системи та способів видалення гною виконується технологічний розрахунок відповідної виробничої лінії.

Вибираємо видалення гною скребковими транспортерами кругового руху.

Продуктивність транспортера Q (т/год) визначається за такою формулою [3]:

$$Q=3600 \cdot l \cdot h \cdot v \cdot \rho \cdot \psi \quad (1.32)$$

де: l – довжина скребка (0,3÷0,4 м);

h – висота скребка (0,05м);

v – швидкість ланцюга зі скребками (0,17÷0,2 м/с);

ρ – щільність гною (0,7÷0,9 т/м³)

ψ – коефіцієнт заповнення міжскребкового простору, $\psi=0,5\div0,6$.

$$Q=3600 \cdot 0,3 \cdot 0,05 \cdot 0,2 \cdot 0,9 \cdot 0,6=5,83 \text{ т/год.}$$

Тривалість роботи транспортера протягом доби $\tau_{\text{доб}}$, [3]:

$$\tau_{\text{доб}} = \frac{m \cdot G_{\text{доб}}}{1000 \cdot Q} \quad (1.33)$$

де: m – кількість тварин, що обслуговуються транспортером, гол;

$G_{\text{доб}}$ – добовий вихід гною від однієї тварини, кг;

$$\tau_{\text{доб}} = \frac{200 \cdot 50}{1000 \cdot 5,83} = 1,7 \text{ год.}$$

Так як транспортер працює періодично протягом доби, то визначаємо тривалість одного циклу видалення гною $\tau_{\text{ц}}$, [3]:

$$\tau_{\text{ц}} = \frac{L}{3600 \cdot v} \quad (1.34)$$

де: L – повна довжина ланцюга транспортера (150÷200 м).

$$\tau_{\text{ц}} = \frac{150}{3600 \cdot 0,2} = 0,21 \text{ год.}$$

1.7. Машинне доїння корів та первинна обробка молока

Вибираємо тип доїльної установки АДМ-8 із молокопроводом на 200 голів. Також є додаткове обладнання: водонагрівач-термос ВЕТ-400, танкер-охолоджувач молока ТОМ-2А, холодильна станція МХУ-8С [9].

Добовий вихід молока на корову $G_{доб}$ дорівнює [3]:

$$G_{доб} = \frac{\Pi_n}{300} \quad (1.35)$$

де: Π_n – середньорічний удій, кг;

300 – тривалість лактаційного періоду.

$$G_{доб} = \frac{4000}{300} = 13 \text{ кг.}$$

Кількість операторів машинного доїння для обслуговування доїльної установки:

$$K_0 = \frac{m_d \cdot \tau_p}{60 \cdot \tau_d} \quad (1.36)$$

де: m_d – число дійних корів у стаді, гол;

τ_p – витрати ручної праці доїння однієї корови, $\tau_p = 1,5 \div 2$ хв, [3];

τ_d – тривалість доїння стада, $\tau_d = 2 \div 3$ год;

$$K_0 = \frac{150 \cdot 1,5}{60 \cdot 2} = 1,88 \text{ год.}$$

приймаємо $K_0 = 2$ люд.

Кількість доїльних апаратів K_a , які обслуговує один оператор, [3]:

$$K_a = \frac{\tau_n}{\tau_p} + 1 \quad (1.37)$$

де: τ_n – машинний час доїння однієї корови (без участі оператора), $\tau_n = 3 \div 6$ хв., [3].

$$K_a = \frac{6}{1,5} + 1 = 5 \text{ шт.}$$

Продуктивність оператора:

$$Q=60/\tau_p \quad (1.38)$$

де: τ_p – витрати ручної праці доїння однієї корови, $\tau_p=1,5\div 2$ хв.

$$Q=60/1,5=40 \text{ корів.}$$

Продуктивність доїльної установки, [3]:

$$Q = \frac{60 \cdot K_0}{\tau_p} \quad (1.39)$$

де: K_0 – кількість операторів машинного доїння обслуговування доїльної установки, люд.:

$$Q = \frac{60 \cdot 2}{1.5} = 80 \text{ корів за год.}$$

Свіжонадоєне молоко необхідно очистити та охолодити, а іноді й провести пастеризацію. Швидко первинну обробку молока досягають за умови поточності виробничої лінії молока. Для здійснення потоковості необхідно узгодити за продуктивністю всі ланки молочної лінії. Продуктивність Q (кг/год) потокової виробничої лінії первинної обробки молока [3].

$$Q_n = \frac{c \cdot k \cdot y}{365 \cdot K_p \cdot \tau_d} \quad (1.40)$$

де: c – коефіцієнт сезонності надходження молока, $c = 1,2\div 1,5$, [3].

k – кількість корів на фермі, гол;

y – середній річний удій, кг/рік;

K_p – кратність доїння, $K_p = 2\div 3$;

τ_d – тривалість доїння стада, $\tau_d = 2\div 4$.

$$Q_n = \frac{1.2 \cdot 150 \cdot 4000}{365 \cdot 2 \cdot 2} = 493.2 \text{ кг/год.}$$

Визначаємо необхідну місткість простору сепаратора для слизу $V_{\text{сеп}}$ (л):

$$V_{\text{сеп}} = \frac{P \cdot Q'_n \cdot \tau}{100} \quad (1.41)$$

де: P – відсоток відкладення сепараторного слизу від загального проникного молока, $P = 0,03 - 0,06$;

τ – тривалість безперервної роботи сепаратора-молокоочисника без розбирання, $\tau=2\div 32$;

Q'_n – необхідна пропускна здатність молокоочисника, л/год.

$$Q'_n = Q_n / \rho \quad (1.42)$$

де: ρ – густина молока, $\rho=1,03$ кг/л;

$$Q'_n = 493,2 / 1,03 = 479 \text{ л/год.}$$

$$V_{\text{сеп}} = \frac{0,03 \cdot 479 \cdot 2}{100} = 0,29 \text{ л.}$$

Для того, щоб забезпечити тривале зберігання молока, його потрібно охолодити до температури $4 \div 6^\circ\text{C}$. На тваринницьких фермах все більшого поширення набувають пластинчасті охолоджувачі, їх розраховують на поверхні теплообміну, а не за продуктивністю у зв'язку з роботою їх на змінному температурному режимі.

1.8. Висновки по розділу

В даному розділу було проведено аналіз розвитку тваринництва у господарстві. Здійснено проектування виробничих ліній, а саме: розраховано технологічну лінію водопостачання та напування тварин, мікроклімату, природнього освітлення, виробничої лінії роздавання кормів та гноєвидалення, а також машинного доїння та первинної обробки молока.

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз систем для охолодження молока та нагріву води

Однією з основних умов розвитку тваринницької галузі є зниження собівартості виробництва молока за рахунок енерго- та ресурсозбереження. Дослідження, які проводяться з вирішення даної проблеми, показали актуальність даного напрямку та затребуваність інженерних рішень у галузі акумулювання холоду та розробки систем охолодження молока, які забезпечують раціональне використання природно-енергетичних ресурсів.

Основною причиною, що змушує досліджувати дану проблему сьогодні – це постійне збільшення частки електроенергії, а також значні відмінності вартості електроенергії у денний та нічний час; так, вартість 1 кВт · год у нічний час нижча в декілька разів. Не менш важливим є підвищення надійності систем охолодження, що особливо важливо на фермах при первинній обробці молока та напуванні тварин.

Молоко є цінним харчовим продуктом, що містить необхідні для організму поживні речовини. Тому для збереження поживних властивостей молоко охолоджують. Швидке охолодження попереджає розмноження мікроорганізмів, що продовжує його бактерицидну фазу.

Температура охолодження визначається терміном зберігання молока на фермі. Так, при щоденній здачі молока, його охолоджують до температури 4 °С.

В даний час на тваринницьких фермах та комплексах використовують такі системи охолодження молока [4].

1. Пряме охолодження в танку (резервуарі-охолоджувачі). Відфільтроване молоко надходить прямо в танк і там охолоджується фреоновим випарником охолоджувача.

2. Попереднє охолодження проточною водою та доохолодження в танку.

Після фільтрації молоко проходить через пластинчастий теплообмінник, назустріч потоку молока проходить потік проточної води. Вода забирає частину температури молока, яке доохолоджується потім у танку.

3. Попереднє охолодження проточною водою, охолодження крижаною водою/гліколем, зберігання у танку. Після фільтрації молоко проходить через пластинчастий теплообмінник, назустріч потоку молока проходить потік проточної води, потім потік холодоагенту, після чого молоко надходить у танк з температурою зберігання 2-4 °С.

4. Повне охолодження в потоці крижаною водою. Аналогічно попередній системі охолодження за винятком відсутності проходження потоку молока через проточну воду.

Найширше застосування отримали системи прямого охолодження в танках-охолоджувачах (рис. 2.1), класифікація яких проводиться за кількома критеріям. Першим із критеріїв є потужність охолоджувальної установки, яка залежить від кількості молока (надою), що одночасно надходить у танк після доїння. Таким чином, танки призначенні для охолодження 2 надойв (50% об'єму танка), 4 надойв (25% об'єму танка) та 6 надойв (16,5% об'єму танка) від 35 °С до 4 °С протягом 3 годин. Допустима температура навколишнього середовища є другим критерієм. Вона поділяє танки на три класи від «А» до «С» за відповідних температур від 43 °С до 32 °С.

Наступні класифікаційні критерії поділу танків враховують їх конструктивні та експлуатаційні особливості, такі як тип і форма, також максимальний час охолодження.

Основними перевагами використання танків є їх нескладна конструкція, простота обслуговування, універсальність, низька вартість, компактність, можливість автоматичного промивання. За всіх їх переваги для охолодження молока до заданої температури необхідно близько 3 годин, а також наявність мінімального його обсягу, що призводить до розмноження бактерій у даний період.



Рисунок 2.2. Універсальний танк-охолоджувач молока

Розміщення у напірну магістраль перед молочним фільтром пластинчастого теплообмінника дозволяє попередньо охолоджувати молоко проточною водою та з подальшим доохолодженням у танку. Така система зберігає всі плюси прямого охолодження в танку, компактність, дозволяє знизити витрати на електроенергію

та придбання танка, а також отримати підігріту воду після теплообміну, яку можна використовувати для напування, змивання гною чи інші господарські потреби [5] (рис. 2.2). При цьому підвищуються вимоги до якості води через чутливість теплообмінних систем, для здійснення промивання теплообмінника, а також постає питання використання води після охолодження за відсутності можливості її повторного використання.

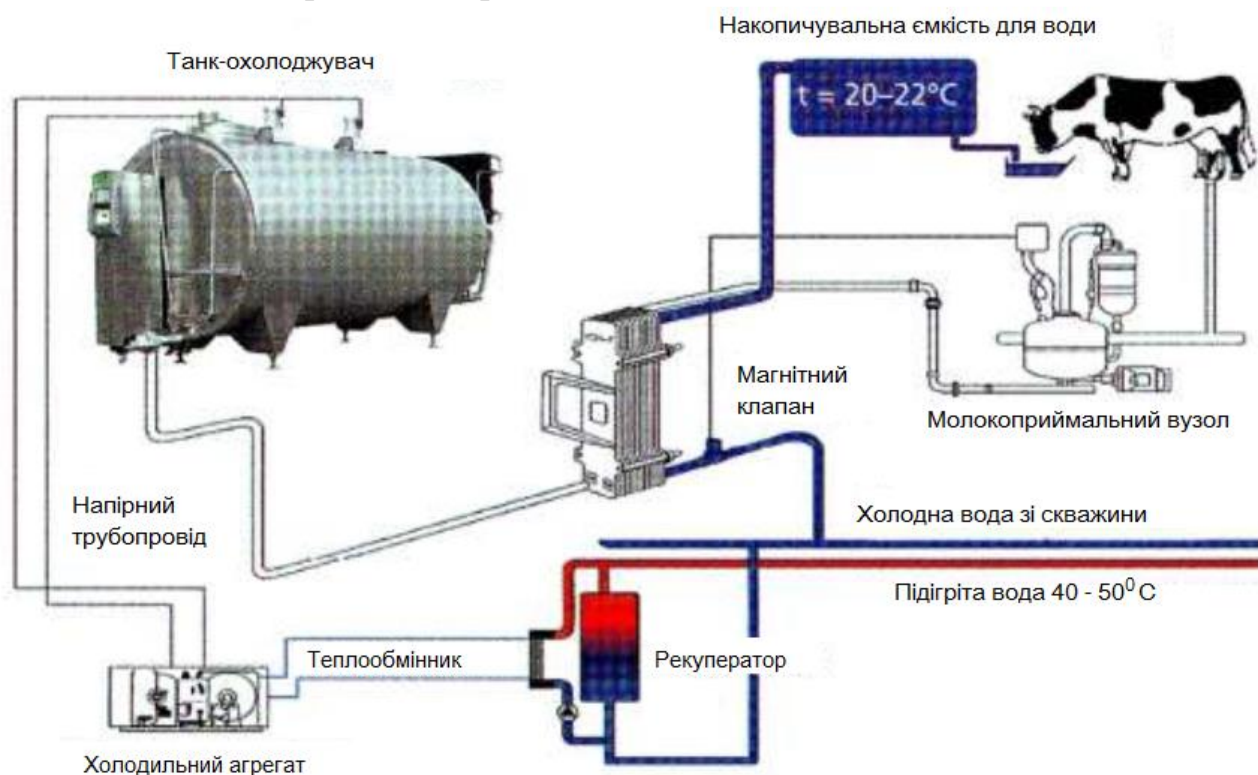


Рисунок. 2.2. Схема попереднього охолодження молока проточною водою та повторного її використання

Системи попереднього охолодження молока проточною водою з подальшим охолодженням крижаною водою / гліколем або відразу повного охолодження практично аналогічні [6] (рис. 2.3). Відмінність її полягає в кількості ступенів охолодження, де використовується рідина та обладнання для генерації охолодження. Через миттєве охолодження такі системи дозволяють отримувати молоко високої якості з безпосереднім завантаженням у цистерни-причепи та транспортуванням на молокопереробні підприємства. Їх відмінності та переваги полягають у технічній прийнятності будь-яких потоків та кількості молока, можливості використання будь-яких теплоємностей для зберігання молока та простому механізмі резервування робочих органів. Однак використання таких систем передбачає високу вартість їх компонентів, порівняно більше споживання електроенергії, необхідність додаткових витрат на встановлення лічильників молока, їхня технічна складність, високі вимоги до сервісної служби та обслуговуючого персоналу.

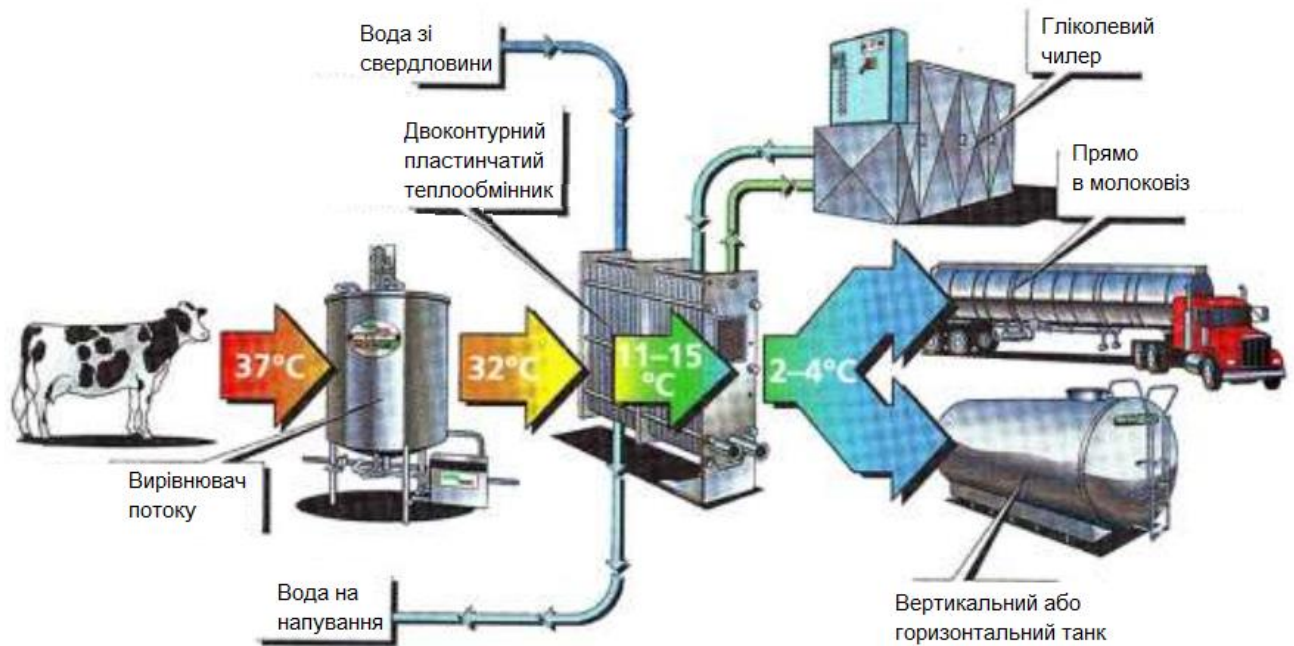


Рисунок 2.3. Схема попереднього охолодження молока проточною водою та охолодження гліколем із зберіганням у танку

В даний час широкого поширення набувають холодильні машини та встановлення природного холоду для охолодження молока циркуляційною водою [8, 9]. Кліматичні умови на більшій території країни з температурами зовнішнього повітря нижче температури охолодження молока протягом 6-7 місяців надають можливість здійснити застосування природного холоду. Дані машини з успіхом можуть бути впроваджені у представлених вище схемах охолодження молока проточною або крижаною водою (рис. 2.2 та 2.3) без значного подорожчання вартості та при мінімальному споживанні електроенергії.

2.2. Розробка та опис технологічного процесу роботи машин

Нами запропонована енергозберігаюча установка (рис. 2.4), для охолодження молока, що включає в себе наступні елементи: триходовий клапан 1, двосекційний пластинчастий охолоджувач молока 2, проточний електроводонагрівач 3, термометр 4, резервуар для накопичення підігрітої води 5, відцентровий насос 6. В даній установці для охолодження молока використовують артезіанську воду, яка далі надходить у накопичувальний резервуар з подальшим напуванням тварин.

Для того, щоб охолодити молоко артезіанською водою в першій секції поточних тонкошарових охолодників і не направляти її в каналізацію, доцільно

застосувати комплексну технологічну схему використання води, яка наведена на рис. 2.4.

У відповідності із наведеною технологічною схемою артезіанська вода, після охолодження свіжовидоєного молока відповідно нагрівається та надходить у резервуар для накопичення підігрітої води 5, далі у водопровідну систему для напування тварин.

При охолодженні 1л молока з $+30^{\circ}\text{C}$ до $4-6^{\circ}\text{C}$ виділяється 85-100 кДж теплоти. Цього тепла досить для нагрівання 1 л води до температури $+16^{\circ}\text{C}$.

У період, з якоїсь причини не працює охолодник молока, відповідно до комплексної технологічної схеми передбачений проточний електроводонагрівач водопровідної води для напування тварин з автоматичним включенням електродігрівача у роботу.

В холодну пору року підігріта вода збільшує продуктивність тварин, так як їм необхідно менше витратити „біологічне тепло” при споживанні холодної води при напування із власного тіла.

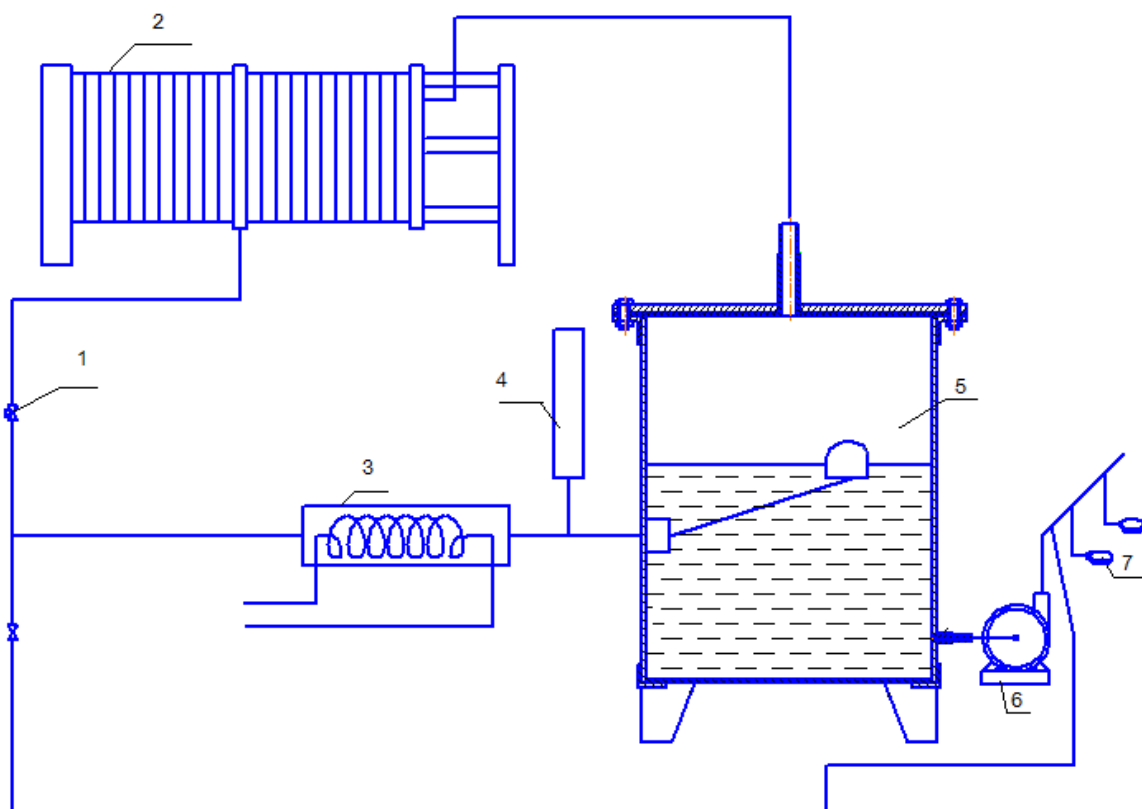


Рисунок 2.4. Технологічна схема використання артезіанської води для охолодження молока та нагрівання води: 1 – триходовий клапан; 2 – двосекційний пластинчастий охолоджувач молока; 3 – проточний електроводонагрівач; 4 –

термометр; 5 – резервуар для накопичення підігрітої води; 6 – відцентровий насос; 7 – автонапувалка.

2.3. Технологічний розрахунок машин

Розрахунок проводиться для технологічної схеми циркуляції рідин в двосекційному пластинчастому охолоджувачі (рис. 2.4) [3]:

- кількість каналів-пакетів (пластини типу П-2) m ; $m = 12$;
- кількість пакетів в секції артезіанської води i_{AB} ; $i_{AB} = 1$;
- кількість пакетів в секції водопровідної води i ; $i = 1$;
- загальна кількість пакетів в апараті i_{Π} ; $i_{\Pi} = 2$;
- відстань між пластинами b ; $b = 720$ мм;
- висота каналу h ; $h = 2,8$ мм;
- для пластин типу П-2 розрахункове рівняння гідравлічного опору складає:
$$\varepsilon = 8200 R_e^{-0.55};$$
- температура артезіанської води $t_{\text{ЛВ}} = 0-3^{\circ}\text{C}$;
- діаметр трубопроводу d ; $d = 70$ мм;
- довжина трубопроводу l ; $l = 5$ м;
- кількість каналів в трубопроводі x ; $x = 6$;
- середній коефіцієнт опору тертя для труб λ ; $\lambda = 0,0315$.

Необхідно розрахувати режим роботи відцентрового насосу ЗК-9а, який забезпечує циркуляцію артезіанської води в двосекційному пластинчастому охолоджувачі молока (рис. 2.5).

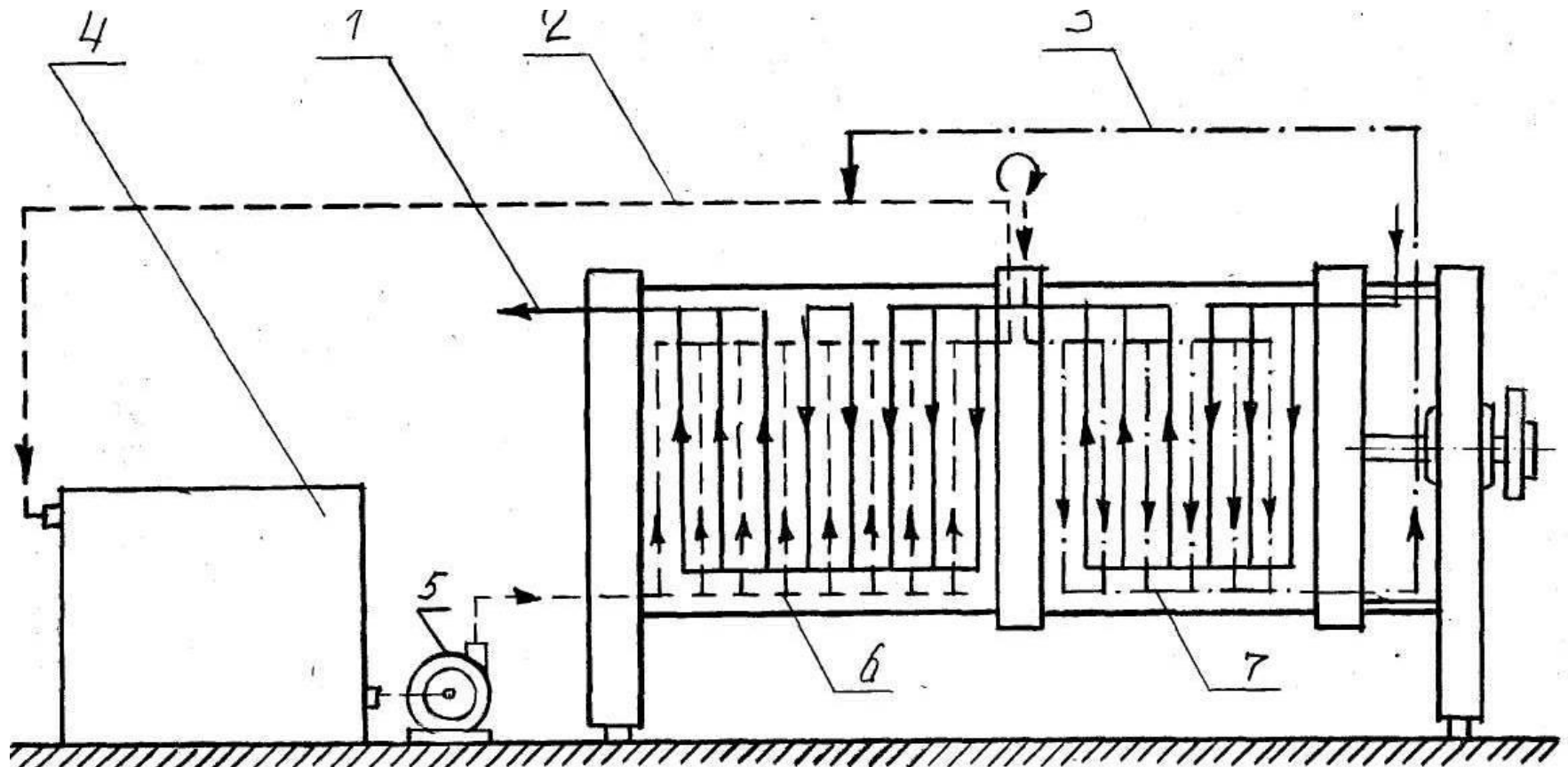


Рисунок 2.5. Схема циркуляції рідини в двосекційному пластинчастому охолоджувачі:

1 – рух молока; 2 – рух артезіанської води; 3 – рух нагрітої води; 4 – ємкість артезіанської води; 5 – відцентровий насос; 6 – секція охолодження молока артезіанською водою; 7 – секція охолодження водопровідною водою.

Необхідно знайти положення робочої точки при заміні насосу ЗК-9а на насос ЗК-9.

Вирішення.

1. Коефіцієнт опору коліна складає: $\varepsilon = 0,3$ [6].

2. Об'ємна втрата рідини для наступних розрахунків складає:

$$V'_T = 10 \text{ м}^3 / \text{с} = 0,00278 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$V''_T = 60 \text{ м}^3 / \text{с} = 0,01668 \text{ м}^3 / \text{с}$$

3. Значення d_k для закритих потоків, товщина яких мала у порівнянні з шириною складає: $d_k = 2h = 2 \cdot 28 = 56 \text{ мм} = 0,056 \text{ м}$.

4. Швидкість рідини на окремих ділянках циркуляційного кільця буде складати:

$$W' = \frac{V'_T}{b \cdot h \cdot m} \quad (2.1)$$

$$W' = \frac{0,01668}{0,28 \cdot 0,00278 \cdot 12} = 1,8 \text{ м/с};$$

$$W'' = \frac{V''_T}{b \cdot h \cdot m}, \quad (2.2)$$

$$W'' = \frac{0,01668}{0,28 \cdot 0,0028 \cdot 12} = 1,8 \text{ м/с}$$

5. При температурі води $t_{\text{лв}} = 0^\circ\text{C}$ кінематична в'язкість буде становити [6] $\nu = 1,79 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$.

6. Знайдемо число Re за наступною формулою [3]:

$$R_e = \frac{\omega_0 \cdot d_{ek}}{\nu} \quad (2.3)$$

де ω_0 – середня швидкість потоку рідини, м/с [3];

d_{ek} – еквівалентний діаметр потоку, м [3].

$$R_e = \frac{0,3 \cdot 0,056}{1,8 \cdot 10^{-6}} = 1555,5.$$

$$R_e'' = \frac{0,3 \cdot 0,056}{1,8 \cdot 10^{-6}} = 1555,5.$$

7. Знаходимо значення коефіцієнта місцевого опору для однієї з секцій пластинчатого апарату, тобто секції охолодження артезіанською водою.

При $V_T' = 10 \text{ м}^3 / \text{с} = 0,00277 \text{ м}^3 / \text{с}$ отримуємо: $\varepsilon_n' = 8200 \cdot 938^{-0.55} = 19$;

При $V_T'' = 60 \text{ м}^3 / \text{с} = 0,01668 \text{ м}^3 / \text{с}$, отримуємо: $\varepsilon_n'' = 8200 \cdot 1555^{-0.55} = 45$;

Знаходимо середнє значення коефіцієнта місцевого опору:

$$\varepsilon_{\text{пер}} = \frac{\varepsilon_n' + \varepsilon_n''}{2} \quad (2.4)$$

$$\varepsilon_{\text{пер}} = \frac{19 + 45}{2} = 32$$

8. Напір, який втрачається в циркуляційній системі насос-пластинчастий охолодник, складається з суми гідравлічних втрат у трубопроводі та гідравлічних втрат в пакетах пластин. Для частини циркуляційної системи, що проходить через міжпластинчасті канали напір визначається за наступною формулою Вейсбоха [8]:

$$h_m = \frac{\varepsilon \cdot \omega^2}{2 \cdot g} \quad (2.5)$$

де ε – коефіцієнт опору;

ω – швидкість руху у вузькому перетині, м/с.

9. Втрати напору в циркуляційній системі для одного пакету – секції охолодження артезіанською водою пластинчатого апарату визначаються:

$$H_{\text{ук}} = \left(1 + \lambda \frac{1}{d} + \sum \varepsilon \right) \frac{\left(\frac{4 \cdot V_T}{\pi \cdot d^2} \right)^2}{2g} + i \varepsilon_{\text{пр}} \frac{\left(\frac{V_T}{b \cdot h \cdot m} \right)^2}{2g} \quad (2.6)$$

Підставив значення при яких $i = i_{\text{AB}} = 1$, отримаємо:

$$H_{\text{цк}} = \left(1 + 0,0315 \frac{4}{0,07} + 4 \cdot 0,3\right) \frac{\left(\frac{4 \cdot V_T}{3,14 \cdot 0,07^2}\right)^2}{2 \cdot 9,81} + 1 \cdot 32 \frac{\left(\frac{V_T}{0,28 \cdot 0,0028 \cdot 12}\right)^2}{2 \cdot 9,81} =$$

$$= 13785V_T^2 + 19628V_T^2 = 33413V_T^2$$

При об'ємній втраті рідини $V'_T = 10 \text{ м}^3 / \text{с} = 0,00278 \text{ м}^3 / \text{с}$ знайдемо необхідний напір, $H_{\text{цк}} = 33413 \cdot 0,00278^2 = 0,258 \text{ м}$.

Враховуючи відповідні напори в циркуляційній системі при заданих відповідних значеннях годинної та секундної витрати рідини знаходимо відповідний напір.

Витрати води $V_T \text{ м}^3/\text{Г} \dots\dots\dots 20, \quad 30, \quad 40, \quad 50, \quad 60$

Необхідний напір $H_{\text{цк}} \text{ м} \dots\dots\dots 2, \quad 58, \quad 6,24, \quad 11,3, \quad 17,64, \quad 25,48$

10. При послідовній подачі рідини через секції охолодження артезіанською і водопровідною водою через два пакети пластин апарату, гідроопір в циркуляційній системі, що проходить через пластинчастий охолодник, складає: $i = i_{\Pi} = 2$.

Тоді:

$$H_{\text{цк}} = \left(1 + 0,0315 \frac{4}{0,07} + 4 \cdot 0,3\right) \frac{\left(\frac{4 \cdot V_T}{3,14 \cdot 0,07^2}\right)^2}{2 \cdot 9,81} + 2 \cdot 328 \frac{\frac{V_T}{0,28 \cdot 0,0028 \cdot 12}}{2 \cdot 9,81} =$$

$$= 13785V_T^2 + 39250V_T^2 = 53035V_T^2$$

При значеннях годинної та секундної витрати рідини $V'_T = 10 \text{ м}^3 / \text{с} = 0,00278 \text{ м}^3 / \text{с}$ знаходимо відповідний напір.

$H_{\text{цк}} = 53035 \cdot 0,00278^2 = 0,40 \text{ м}$.

Знаходимо відповідні напори в циркуляційній системі при наступну значенні витрати рідини.

Витрати води $V_T \text{ м}^3/\text{Г} \dots\dots\dots 20 \quad 30 \quad 40 \quad 50 \quad 60$

Необхідний напір $H_{\text{цк}} \text{ м} \dots\dots\dots 5,28 \quad 11,67 \quad 20,58 \quad 32,76 \quad 47,23$

11. У системі координат $V_T = H$ (рис. 2.6) відкладаємо характеристику $H_{\text{цк}} = f(V_T)$ для циркуляційної системи, яка включає один пакет пластин, і характеристику $H_{\text{цк}} = f(V_T)$ для циркуляційної системи, що включає два пакети пластин. Далі відмічаємо циркуляційну робочу характеристику насосу ЗК-9А.

Відмітка точки А, що знаходиться на перехрещенні кривих показує режим роботи насосу в циркуляційній системі артезіанської води через один пакет пластин. Даній точці відповідає $V_T = 47,2 \text{ м}^3/\text{г}$; $H = 16,4 \text{ м}$.

Відмітка точки Б, що знаходиться на перехрещенні кривих показує режим роботи насосу в циркуляційній системі артезіанської води через два пакети пластин (дві секції пластинчатого охолодника).

Даній точці відповідає $V_T = 38,5 \text{ м}^3/\text{г}$; $H = 20 \text{ м}$.

На даному графіку показана робоча характеристика насосу ЗК-9 точки В і Г для відповідної циркуляційної системи. Відповідно до точки В $V_T = 46,5 \text{ м}^3/\text{г}$; $H = 28,5 \text{ м}$.

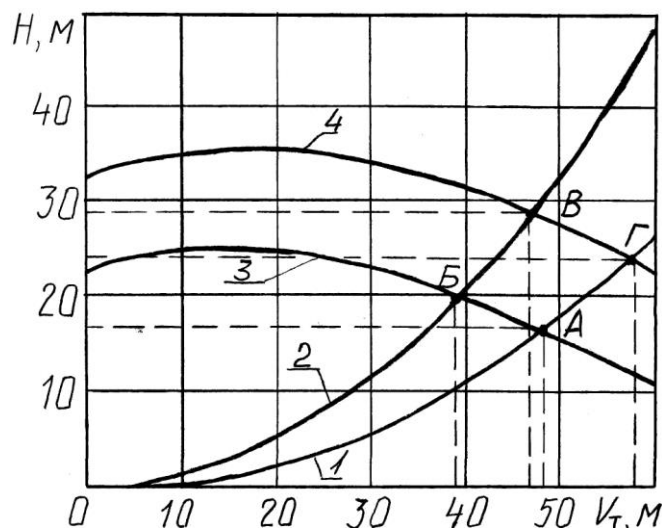


Рисунок 2.6. Графічна характеристика систем насосів: 1 – для циркуляційної системи при подачі води через одну секцію; 2 – для циркуляційної системи при подачі води через дві секції; 3 – для відцентрового насосу ЗК-9а; 4 – для відцентрового насосу ЗК-9.

Характеристика циркуляційної системи для води дає можливість швидко визначити робочі точки при заміні одного насосу іншим.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

3.1. Охорона праці на фермі

Для забезпечення охорони праці у господарстві необхідно: збільшити фінансування охорони праці, регулярно проводити інструктажі з техніки безпеки. Всі інструктажі повинні реєструватись у журналі з техніки безпеки.

Перед виїздом машинно-тракторні агрегати повинні проходити щоденний технічний огляд.

На обертових деталях, засобах передавальних механізмів машин потрібно встановлювати захисні кожухи.

Під час роботи машинно-тракторного агрегату забороняється виконувати технічне обслуговування, усувати несправності, проводити регулювання.

Для запобігання нещасних випадків під час механізованих робіт необхідно дотримуватись вимог: експлуатувати технічно справні агрегати; проводити технічний огляд з опущеними робочими органами; допускати до роботи осіб, що мають на те право.

При роботі у кормоцеху усі технічні обслуговування і регулювання технологічного обладнання необхідно проводити тільки вимкнених механізмах.

До роботи з електрообладнанням допускаються особи, які мають допуск до роботи з напругою електромереж до 1000 В.

3.2. Пожежна безпека

На тваринницьких фермах можливі виникнення пожеж, для проведення протипожежної профілактики на тваринницьких фермах важливо знати причини їх виникнення. Аналіз діяльності у господарствах показує, що основними причинами виникнення пожеж є [16]:

- необережне поводження з вогнем;
- незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їх монтажу та експлуатації, порушення режимів технологічних процесів [16];
- несправність освітлювальних приладів та порушення правил їх експлуатації [16];
- недотримання вимог нормативних документів з питань протипожежної безпеки [16].

Розрахунок запасу води на випадок пожежі проведемо за формулою [16]:

$$Q_{\text{пож}} = 3,6 \cdot q \cdot t \cdot z, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.1)$$

де q – розхід води, л/с (приймаємо 10 л/с);

t – розрахунковий час пожежі, год (приймаємо $t = 3$ год);

z – число одночасно можливих пожеж, $z=2$.

Отже $Q_{\text{пож}} = 3,6 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 2 = 21,6 \text{ м}^3/\text{год}.$

Між приміщеннями з рорахуном на 200 голів тварин протипожежний розрив має бути не менше 10 метрів [16].

Евакуаційні проходи у приміщенні де знаходяться тварини повинні бути потрібного розміру для з необхідними засобами пожежогасіння [16].

Для того, щоб запобігти виникнення пожежі, проводиться протипожежна профілактика. Вона включає в себе заходи спрямовані на попередження пожеж, швидкої евакуації людей, техніки.

У господарстві передбачено водопостачання від сітки водопроводу і природного водоймища.

3.3. Розробка заходів щодо захисту цивільного населення

Для запобігання надзвичайних ситуацій у господарстві необхідно вжити наступні заходи:

- посилити контроль над використанням хімічних компонентів під час приготування розчинів та їх внесення;
- вжити заходів щодо попередження, а точніше виключення можливості попадання хімічних речовин у водоймища, ґрунти та підземні води;
- забезпечити засобами індивідуального захисту працівників, що безпосередньо приймають участь в роботах на технологічних лініях.

ВИСНОВОК

В даній кваліфікаційній роботі розроблено проект комплексної молочної ферми ВРХ та здійснено розрахунок технологічної лінії водопостачання і напування тварин, мікроклімату, природнього освітлення, виробничої лінії роздавання кормів та гноєвидалення, а також машинного доїння та первинної обробки молока.

Проведений аналіз систем для охолодження молока та нагріву води і розроблено технологічну схему машин та наведений опис технологічного процесу роботи схеми циркуляції рідини в двосекційному пластинчастому охолоджувачі.

У відповідності із наведеною технологічною схемою артезіанська вода, після охолодження свіжовидоєного молока відповідно нагрівається та надходить у резервуар для накопичення підігрітої води, далі у водопровідну систему для напування тварин.

При охолодженні 1л молока з $+30^{\circ}\text{C}$ до $4-6^{\circ}\text{C}$ виділяється 85-100 кДж теплоти. Цього тепла досить для нагрівання 1 л води до температури $+16^{\circ}\text{C}$.

Здійснено технологічний, кінематичний і енергетичний розрахунки машин, а також запропоновано заходи з охорони праці, пожежної безпеки та заходи щодо захисту цивільного населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.Машинне доїння корів і первинна обробка молока / А.І. Фененко, С.П. Москаленко, В.Д. Роговий, К.Ф. Слободяник; За ред. А.І. Фененка. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Урожай, 1990. – 216 с.
- 2.Механізація виробництва продукції тваринництва / І.І.Ревенко, Г.М.Кукта, В.М.Манько та ін.; За ред. І.І.Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.
- 3.Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва. За ред. Скорика О.П., Полупанова В.М (авт. Наumenко О.А., Бойко І.Г., Грідасов В.І., Дзюба А.І. та інші) Харків ХНТУСГ, 2009. 429 с.
- 4.Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. ДСТУ 3662:2018. Київ : Держстандарт України, 2018. 25 с.
- 5.Холодильне обладнання вагонів: Навч. посібник / І.Е. Мартинов, В.М. Іщенко, Н.С. Брайковська та ін. Харків: УкрДАЗТ, 2013. 134 с.
- 6.Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. К.: Аграрна освіта, 2010. 557 с.
- 7.Експлуатація теплообмінних апаратів для молочного виробництва: Методичні рекомендації та завдання щодо виконання лабораторно-практичної роботи студентам денної та заочної форми навчання. – Х.: ДБТУ, 2023. – 30 с.
- 8.Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / В.Г.Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. За ред.. доктора технічних наук, професора Мирончука В.Г. – Вінниця : Нова книга, 2007 – 648 с.
9. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв./ Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А. та ін. Навчальний посібник. – Харків: «Міськдрук», 2014. – 254 с.
10. Машкін М.І. Первинна обробка і переробка молока. К.: Урожай, 1994. 237 с.
11. Іваненко В.Ф. Системи технології у тваринництві / В.Ф. Іваненко. К.: КНЕУ, 1999. 186 с.
12. Брагінець М. В., Педченко П. В. Монтаж, експлуатація і ремонт машин у тваринництві. К.:Вища школа, 1991. 288 с.
13. Машиновикористання у тваринництві /За ред. І. І. Ревенка. К.: Урожай, 1994. 208 с.
14. Титаренко М.В. Енергозабезпечення підприємств АПК. К.: Кондор, 2004. 248 с.
15. Удосконалення експлуатації машин і обладнання

тваринницьких ферм і комплексів / Г.М. Кукта, В.П. Гейфман, В.І. Дешко та ін.; За ред. Г.М. Кукта. – К: Урожай, 1989. – 224 с.

16. Охорона праці /Г.М. Грядник, С.Д. Лехман, Д.А. Бутко та ін. – К : Урожай, 1994. – 271 с.