

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерної механіки  
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Баклавр»

Тема: «Комплексна механізація виробництва молока з вдосконаленням  
технології його пастеризації»

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІЗ 25.03.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІз-20-1

Демчук В.С.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ

10 червня 2025 р.

Хмельницький, 2025р.

## **I. АНОТАЦІЯ**

**Дипломний проект:** 51 сторінці машинописного тексту, 5 розділів, 25 таблиць, 10 посилань.

**Графічна частина проекту** – 5 аркушів формату А1.

**Об'єкт розробки** – комплексна механізація доїння ВРХ з вдосконаленням процесу пастеризації.

У дипломному проекті розглянуто питання комплексної механізації процесу виробництва молока на сучасному тваринницькому комплексі. Проаналізовано існуючі технологічні рішення, визначено основні проблеми організації та автоматизації основних і допоміжних процесів у молочному виробництві.

Особливу увагу приділено вдосконаленню технології пастеризації молока як ключового етапу підвищення його якості та безпечності. Розроблено техніко-технологічне рішення з модернізації системи пастеризації з використанням сучасного теплообмінного обладнання, що забезпечує рівномірний температурний режим, зменшення втрат енергії та підвищення продуктивності.

Запропоновано оптимальну схему механізації всього процесу — від доїння до фасування молока. Проведено розрахунок економічної ефективності впровадження вдосконаленої технології, що показує скорочення витрат на енергоресурси, підвищення виходу готової продукції та поліпшення санітарно-гігієнічних показників.

Проект може бути впроваджений у практику сучасних молочних господарств для підвищення ефективності виробництва та якості готової продукції.

## ВСТУП

Агропромисловий комплекс України виокремлює кілька ключових факторів, що сприяють зростанню виробництва та поліпшенню якості сільськогосподарської продукції. Серед них: послідовна інтенсифікація агровиробництва, зміцнення матеріально-технічної бази, підвищення продуктивності праці, активне впровадження наукових і технічних інновацій, а також передового досвіду.

Особливий акцент зроблено на подальшій спеціалізації та концентрації виробництва шляхом створення агропромислових об'єднань і підприємств. Значне прискорення впровадження та освоєння нової техніки для тваринництва стало можливим завдяки діяльності спеціалізованих конструкторських бюро, проектно-дослідних інститутів механізації та електрифікації сільського господарства, а також заводів з виробництва спеціалізованого обладнання для тваринництва й кормовиробництва.

Сучасна техніка дозволяє суттєво зменшити трудові витрати — у 1,5-1,5 рази. Крім того, експлуатаційні витрати на тваринницьку продукцію скорочуються на 20-25% порівняно з попередніми рівнями. Для широкої механізації робіт у тваринництві та кормовиробництві планується значне збільшення постачання спеціалізованих машин і обладнання. Новітні доїльні апарати показують себе значно ефективнішими в порівнянні з ручною працею: вони дозволяють підвищити продуктивність доярки в 2-4 рази, забезпечують отримання молока високої якості й позбавляють людину від важких фізичних навантажень. Масове впровадження доїльних машин, а також обладнання для первинної обробки й транспортування молока, є визначальною умовою для зростання продуктивності праці.

Центральна роль у вирішенні завдань технічного забезпечення підприємств тваринницького сектору належить інженерно-технічним службам. Їхня ключова мета полягає не лише в нарощуванні обсягів виробництва тваринницької продукції, але й у постійному вдосконаленні її якості. Тваринництво є основною галуззю сільського господарства, яка

забезпечує виробництво поживних харчових продуктів і сировини для промислових потреб.

Важливо не тільки досягати поліпшення якості продукції, але й мінімізувати її втрати на всіх етапах — від виробництва до транспортування, зберігання та збуту, як у сільському господарстві, так і в переробному секторі. Розробка нової техніки повинна базуватися на суворому науковому підході. А перехід на ринкові умови господарювання у сільськогосподарському секторі, включаючи тваринництво, вимагає не лише збільшення обсягів виробництва, але й зниження собівартості продукції для забезпечення її конкурентоспроможності. Одними з визначальних чинників розвитку галузі є зміцнення кормової бази, комплексна механізація виробничих процесів, високий рівень кваліфікації обслуговування та ефективне використання наявних технічних засобів.

# 1 Аналіз господарської діяльності

## 1.1 Коротка характеристика господарства

Загальна площа господарства за даними на 01.01.2024р. складає 3050 га, з них сільськогосподарських угідь 2325 га, у тому числі:

рілля	- 2325 га;
багаторічних насаджень	- 15 га;
сінокосів	- 45 га;
пасовищ	- 502 га.

Територія Стеркостійяннівського, де є ферма, є частиною агро-моуістського центру агро-мол у районі клімату району Хмельницького.

Його клімат - це помірний континент. Основні кліматичні показники, характерні для цієї території, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.1 - Кліматичні умови території КСП Ладиги

№	Кліматичні показники	Кількість
1	Сума позитивних температур повітря вище 10 <sup>0</sup> С	25500
2	Сума опадів, мм:	
	- за рік	4500
	- за період з температурою вище 10 <sup>0</sup> С	2500
3	Гідротермічний коефіцієнт	0,55
4	Тривалість безморозного періоду, днів	1500
5	Тривалість періоду із стійким сніжним покривом, днів	550
5	Глибина промерзання ґрунту, см:	
	- середня	520
	- найбільша	550
	- якнайменша	130

Останні весняні заморозки зазвичай трапляються близько 25 квітня, тоді як перші осінні спостерігаються в середньому 5 жовтня. У весняно-літній період фіксується приблизно 20 днів із повітряною засухою. Напрямок вітру в районі зазвичай змінюється незначно. З вересня до квітня переважають вітри східного та південно-східного напрямків. У теплу частину року, з травня по серпень, домінують західні та північно-західні вітри. Найсильніші вітри спостерігаються в лютому, а найслабкіші – в липні. Загалом клімат району за рівнем тепла і вологості є сприятливим для вирощування сільськогосподарських культур, рекомендованих до вирощування в регіоні. Територія землекористування господарства розташована на дуже горбистій місцевості. Значна крутість схилів сприяє активізації ерозійних процесів. Особливо водна ерозія помітна на схилах південної та південно-східної експозиції. Тут, окрім площинного змиву, часто утворюються промоїни та яри; на окремих ділянках берегів виникають обвальні процеси. Основна частина орних земель господарства розміщена на схилах різної крутизни. Найпоширеніші схили з крутизною 1–3 градуси, які становлять 43% території. Схили з крутизною 3–5 градусів та 5–5 градусів охоплюють відповідно 24% і 5%. Це вимагає застосування повного комплексу протиерозійних заходів для збереження родючості ґрунтів і запобігання подальшій ерозії.

## **1.2 Аналіз рослинництва**

У рослинництві домінують озимі зернові культури, проте значну частку займають ярі зернові, а також технічні культури, такі як цукровий буряк та соняшник. Чималі площі відводяться під кукурудзу для зеленого корму, яка слугує основою для заготівлі силосу, призначеного для великої рогатої худоби. Особлива увага приділяється вирощуванню багаторічних трав, які використовуються як на зелений корм, так і для заготівлі сіна на зиму. Динаміка змін у посівних площах за останні три роки представлена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Динаміки посівних площ

Найменування культур	Роки		
	2022	2023	2024
Озима пшениця	3000	450	505
Озиме жито	50	50	50
Ячмінь	2500	3510	550
Овес	230	400	540
Горіх	11	-	22
Просо	150	200	300
Гречана	500	450	550
Кукурудза	250	-	300
<b>ВСЬОГО зернових</b>	5550	5350	5550
Цукровий буряк	2504	2454	2504
Соняшник	3003	3130	3531
Кукурудза на силос	5123	-	-
Кукурудза на зелений корм	553	5133	5033
Багаторічні трави на зелений корм	1423	553	553
Багаторічні трави на сіно	2503	1553	5033
Багаторічні трави на насіння	23	5	11
Багаторічні трави на сіно	135	150	220
Цукровий буряк на корм	300	250	350
Кормовий буряк	300	250	240
Чорна пара	3000	1500	1550
<b>ВСЬОГО землі в обробці</b>	30000	30000	25250

Як видно з таблиці, у 2020 році площа під озиму пшеницю значно зросла, що зумовлено її вищою рентабельністю. У 2015 та 2015 роках господарство відмовилося від вирощування кукурудзи на силос, натомість збільшивши площі під кукурудзу для зеленого корму. Щодо інших культур, зміни в площах були незначними. Одним із важливих якісних показників розвитку рослинництва є врожайність сільськогосподарських культур, яка визначається багатьма факторами, такими як: - погодні умови; - ступінь механізації; - якість підготовки площ і виконання агротехнічних вимог при обробітку культур.

Урожайність сільськогосподарських культур наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3- Урожайність сільськогосподарських культур

Найменування культур	2015		2015		2020	
	урожай ц/г	вал.зб ц	урожай ц/г	вал.зб ц	урожай ц/г	вал.зб ц
Озима пшениця	35	15254	44,5	22454	21,5	15522
Озиме жито	35	155	42	210	25	125
Ячмінь	35,5	5513	33	13545	14,5	1412
Овес	35,2	555,2	23	522	10,5	553
Горіх	15,5	1455	22,5	1555	5,3	553
просо	12	155	-	-	2	45
Гречана	15	313	10,5	255	3	101
Кукурудза	24,5	5520	-	-	-	-
ВСЬОГО зернових	32,5	34051	-	35215	-	20534
Цукровий буряк	324	54412	155,5	42511	150	44455
Соняшник	20,2	5055	10	3055	15,3	5545
Кукурудза на силос	221	135555	-	-	-	-
Кукурудза на зелений корм	155	10500	100,2	55055	54	52552
Багаторічні трави на зел. корм	235	33555	215	15233	120	12154
Багаторічні трави на сіно	35,5	5525	45	5505	21,5	1550
Багаторічні трави на насіння	3,5	55	4,5	35	3,4	34,5
Однорічні трави на зел. корм	135	15513	115	15523	55,5	10555
Цукровий буряк на корм	350	11555	151	4525	224	5055
Кормовий буряк	405	12220	155	4141	153	4152

Аналізуючи наведені дані, можна побачити, що в 2015 році рівень урожайності значно знизився порівняно з 2015 роком. Основною причиною цього стала складна економічна ситуація, зокрема дефіцит паливо-мастильних матеріалів, запасних частин і сільськогосподарської техніки. Виробництво будь-якої продукції супроводжується витратами живої праці та матеріальних ресурсів. Такі витрати прийнято називати матеріально-грошовими. Загальна сума витрат праці та матеріально-грошових ресурсів,

необхідна для виробництва продукції, формується у витратах виробництва. Витрати суспільства на створення певного продукту в цілому визначаються як суспільні витрати виробництва, які й складають вартість продукції. Грошове вираження витрат конкретного господарства, пов'язаних із виробництвом продукції, називається її собівартістю.

Собівартість 1 ц продукції рослинництва приведена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Собівартість 1 ц продукції рослинництва

<b>Найменування</b>	<b>2022 р. грн</b>	<b>2023 р. грн</b>	<b>2024 р. грн</b>
Зернові і зернобобові	553	1523,5	4035
Соняшник	2153,3	4553,1	5035
Цукровий буряк	55,5	213,5	350
Овочі	305	555,1	1455
Кормовий буряк	101	220	353

Проаналізувавши таблицю собівартості основної продукції рослинництва видно, що в 2015 році собівартість трохи зменшилася.

### **1.3 Аналіз тваринництва**

Тваринництво є однією з ключових галузей сільського господарства, яка відіграє значну роль у забезпеченні населення продуктами харчування. Згідно з науковими дослідженнями, найбільш ефективним способом збільшення обсягів продукції цієї галузі є підвищення продуктивності тварин, що в першу чергу залежить від забезпечення їх якісними й повноцінними кормами. У господарстві основний акцент зроблено на вирощуванні молочної великої рогатої худоби, а також займаються розведенням свиней. На фермах застосовується прив'язний спосіб утримання тварин. Зміни в чисельності поголів'я подано в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Динаміка поголів'я тварин

Найменування	Поголів'я, шт.		
	2015 р.	2015 р.	2020 р.
ВРХ	2050	1500	1000
Свині	1112	550	400

Протягом останніх років чисельність усіх видів тварин зазнала суттєвих коливань. Зокрема, дані про густину поголів'я великої рогатої худоби на 100 гектарів сільськогосподарських угідь та свиней на 100 гектарів ріллі представлені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Щільність поголів'я

Найменування	Щільність		
	2015 р.	2015 р.	2020 р.
ВРХ	11,2	5,5	2,5
Свині	2,2	2,53	5,31

Щільність тваринного поголів'я залишилася практично на тому ж рівні. Обсяги виробництва продукції тваринництва значною мірою визначаються продуктивністю худоби. Дані щодо валового виходу продукції представлені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5- Валовий вихід продукції тваринництва

Найменування	Вихід продукції, ц		
	2022 р.	2023 р.	2024 р.
М'ясо	11122	11352	11450
Молоко	11552	14152	11450

За останні три роки валовий вихід м'яса зріс, тоді як виробництво молока зменшилося.

Таблиця 1.5 - Рівень механізації трудомістких процесів

Найменування процесу	Рівень механізації в %		
	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Поїння	553	553	553
Доїння	555	555	555
Прибирання гною	555	5555	555

Приготування і роздача кормів	525	505	505
-------------------------------	-----	-----	-----

Рівень механізації трудомістких процесів залишається на низькому рівні і потребує покращення. Протягом останніх двох років у цьому напрямі не відбулося жодних змін. Найвищий ступінь механізації спостерігається в таких процесах, як поїння та доїння. Собівартість 1 центнера продукції відображає загальні витрати на її виробництво в господарстві. Дані про собівартість 1 ц продукції тваринництва представлені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Собівартість 1 ц продукції тваринництва

Найменування	Собівартість 1 ц		
	2022 р., грн	2023 р. грн	2024 р., грн
М'ясо	505,4	1403,2	1440
Молоко	555,2	1531	1551

З таблиці видно, що в 2023 році собівартість на м'ясо набагато збільшилася.

#### **1.4 Напрямки господарської діяльності, перспективи і плани розвитку**

КСП Ладиги спеціалізується на виробництві молока та м'яса в галузі тваринництва, а також на вирощуванні зернових культур і цукрового буряка в рослинництві. Основною сферою діяльності підприємства є тваринництво, яке займає провідне місце у структурі товарної продукції. У планах подальшого розвитку підприємства передбачено зміцнення матеріально-технічної бази, збільшення поголів'я дійних корів, вдосконалення кормової бази та оновлення застарілої техніки й обладнання на молочнотоварній фермі. Аналізуючи господарську діяльність ТОВ і його перспективи, можна дійти висновку, що мета цього дипломного проекту полягає у науково обґрунтованій розробці технологічних процесів на молочнотоварній фермі для підвищення ефективності виробництва молока.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Структура стада і система утримання тварин

Залежно від природно-кліматичних факторів, напрямків діяльності господарства та його організаційної структури, розрізняють прив'язне та безприв'язне утримання ВРХ.

В обох варіантах утримання молочних корів використовується як в племінних, так і в більшості не племінних господарств. Упродовж року або тільки у стійловий період (взимку) тварин утримують на прив'язі в корівниках. Корми роздаються за допомогою стаціонарних або мобільних кормороздавачів. На кожен пару тварин монтують автонапувалку, яка забезпечує їх водою в будь-яку пору доби. Гній з корівника прибирають двічі-тричі на день механізованим способом. Доїння корів відбувається за допомогою доїльних апаратів. Корів з продуктивністю до 3-5 тисяч кг молока на рік рекомендується доїти двічі на день. Періодично, кожні 10 діб, проводять контрольні доїння. Під час доїння та після нього молоко охолоджують і очищають.

Протягом доби тваринам слід організувати двогодинні прогулянки на вигульних майданчиках. Прив'язувати та відв'язувати тварин рекомендується при цьому за допомогою групових механізованих прив'язей.

За два місяці до отелення припиняють доїння тільних корів, за 10 днів до отелення їх відправляють у пологове відділення, де вони перебувають 10-15 днів. У період після отелення корів доять три рази на день. Коли вим'я корови окріпне, її зразу ж привчають до машинного доїння. Після роздоювання корів переводять на звичайне утримання.

Окрім прив'язного утримання худоби, існує і безприв'язне утримання. Цей спосіб застосовується в господарствах, які розводять, переважно, худобу місячних порід.

За останній час ця система змісту набула широкого застосування в молочному тваринництві. Для успішного впровадження безприв'язного утримання потрібні наступні основні умови:

- 1) правильний розподіл тварин на групи за продуктивністю;
- 2) за фізіологічними особливостями;
- 3) за віком;
- 4) за правильною організацією доїння.

Крім того, необхідні добре підготовлені кадри, що вивчили нову технологію.

Годують тварин у приміщеннях або на вигульних майданчиках. Концентрованими кормами годують тварин на доїльних майданчиках при доїнні.

Напувають корів в будь-який час доби з групових автонапувалок, взимку - з електропідігрівом води, встановлюючи їх на вигульних майданчиках або в корівниках.

Гній з вигульних майданчиків щодня видаляють бульдозером, а з корівників з щілинними підлогами - 1-2 рази на рік з одночасним вивезенням на поле або майданчик для подальшої його переробки.

Для комплексної механізації виробничих процесів розробляється система машин з урахуванням конкретних умов роботи ферми та зони її розташування.

На фермі проєкт комплексної механізації, який розробляється в даному дипломному проєкті, використовує прив'язну систему утримання тварин, оскільки прийнята, більш прогресивна, безприв'язна система має бути забезпечена доброю кормовою базою, якої немає в господарстві.

Ферми ВРХ за призначенням поділяються на:

- а) племінні - для вдосконалення порід та вирощування високоякісного племінного молодняку ВРХ;
- б) товарні - для виробництва продукції тваринництва.

Проектована ферма призначена для утримання 1200 голів молочних корів. На фермі має бути пологове відділення з профілакторієм для телят. Телята в профілакторії утримуються до 10-15 денного віку, після чого їх передають на іншу ферму даного господарства, де є механізовані телятники, звідти ж одержують ремонтний молодняк.

При вибракуванні 15 % згідно з нормами зі стада щорічно вибуватиме 120-125 голів, що підлягають заміні молодняком. Надходження молодих корів відбувається тоді, коли корова відправляється в пологове відділення.

Важливо, щоб корови до вибракування ще доїлися, а телиці потрапили до підготовчої групи.

Структура поголів'я стада представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Структура поголів'я стада

<b>Групи тварин</b>	<b>Структура стада в %</b>	<b>Кількість тварин</b>
Корови	50	400
Нетелі	10	200
Телиці у віці до 12 місяців	5,5	150
Телиці старше за 1 рік	11,5	230
Телиці до 5-місячного віку	11	220

## **2.2 Раціони годівлі та розрахунок кормів для тварин**

Відповідно до встановленої форми годування, раціони формують як набір і кількість кормів, які споживають тварини протягом доби, сезону чи року. Харчові речовини з раціону використовуються для підтримки життєвих процесів організму та виробництва продукції. Спеціалісти ферми та керівники господарств складають такі раціони на основі доступності та поживної цінності кормів, підбираючи їх у такій кількості, щоб забезпечити живильні потреби тварин. Спершу визначають норму годування для тварин відповідно до певних характеристик, після чого створюють раціон, включаючи корми в таких обсягах, аби забезпечити дотримання цієї норми. До складу раціону включають якісні корми, що відповідають природним особливостям харчування тварин. Бажано, щоб раціон був різноманітним і

позитивно впливав на травлення. Для жуйних тварин у зимовий період основними компонентами раціону є сіно, солома, сінаж, буряк, концентровані корми, мінеральні добавки тощо. Різноманітність кормів сприяє кращому апетиту тварин і їхньому ефективнішому перетравленню. Концентровані корми оптимізують функції шлунку, а соковиті – кишківника. З метою економного витрачання кормів та підвищення продуктивності тварин раціони коригують кожні 10-15 днів, враховуючи вплив харчових речовин на їхній організм. Раціони мають бути збалансованими й забезпечувати всі необхідні поживні речовини в оптимальній кількості. Збалансованим вважається раціон, у якому сукупність поживних компонентів відповідає нормам годування. Якщо ж спостерігається дефіцит або надлишок певних речовин (на 2-5% і більше), раціон стає незбалансованим, що призводить до неефективного використання кормів, зменшення продуктивності або зміни фізичного стану тварин (схуднення чи ожиріння). Поживність та повноцінність раціону є змінними показниками. Те, що може бути відповідним для конкретної тварини в її теперішньому фізіологічному стані, може змінитися при зміні її умов або характеристик. Тому раціони складають з урахуванням стадії розвитку та фізіологічного стану тварин. У сучасних умовах практикується як індивідуальне, так і групове годування. При груповому методі створюють більш-менш однорідні групи тварин, визначають норми годування і формують раціон, орієнтуючись на середній показник для групи. Оскільки складання збалансованого раціону потребує врахування великої кількості параметрів, їх проектування часто здійснюють за допомогою ЕОМ. У звичайних умовах спочатку розраховується норма годування для середньої або конкретної одиниці тваринництва. Потім відповідно до типу годування підбираються корми таким чином, щоб забезпечити баланс усіх показників. Кожен компонент враховується вагово і множиться на його поживні властивості, щоб загальна сума співпадала з установленими нормами годування.

Таблиця 2.2 - Раціони і норми годування ВРХ

Корма	Вікові групи					Всього за добу, кг
	Корови	Нетелі	Нетелі більше 1 року	Телиці до 1 року	Телиці 5-місячн. віку	
<u>Зимовий раціон</u> Сінаж	2	4	3	2	1.5	10,520
Силос	20	12	12	5	2	30,500
Коренеплоди	10	4	4	2	2	14,450
Сіно	5	3	2	2	1,5	5,550
Концкорма	2,5	1	1	1	1	3500
<u>Літній раціон</u> Зелений корм	50	50	30	20	5	45,550
Конц.корма	1,5	1	1	1	1	2,500

Щоденна норма споживання (кг) для кожного типу корму

$$P_c = A n_n \cdot m_n$$

(2.1)

де  $n_n$  - денна норма відпуску корму з розрахунку на одну тварину для різних груп, кг;

$m_n$  - поголів'я худобив групах.

Річна потреба (кг) у кормах:

$$P_r = P_{c.l.} \cdot t_l \cdot k + P_{c.z.} \cdot t_z \cdot k$$

(2.2)

Де:  $P_{c.l.}$  і  $P_{c.z.}$  — добова норма витрати кормів для літнього та зимового періодів, кг;  $t_l$  і  $t_z$  — тривалість відповідно літнього і зимового періодів використання зазначеного типу корму, днів;  $k$  — коефіцієнт, що враховує втрати кормів під час зберігання та транспортування (для концентрованих кормів  $k = 1,01$ ; для коренеплодів  $k = 1,03$ ; для силосу  $k = 1,1$ ; для зеленої маси  $k = 1,05$ ). Тривалість літнього та зимового періодів залежить від географічної зони, в якій розташоване господарство: літній період триває  $t_l = 215$  днів, а зимовий —  $t_z = 150$  днів. Результати розрахунків потреби в кормах представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Добова, сезонна і річна потреба в кормах

Корма	Потреба в кормах			
	Добова, кг	Літня, кг	Зимова, кг	Річна, кг
Сінаж	105210	-	15255000	15525000
Силос	305000	-	50522000	50522000
Коренеплоди	144520	-	22342050	22324050
Сіно	55250	-	11540200	11524000
Конц. корма	32500	-	5552500	5525500
Зелений корм	452550	10554515	-	105524555
Конц. корма	25000	5545250	-	5542550

### 2.3 Вибір місця та розрахунок площі під ферму

Від коректного вибору місця розташування землі та облаштування на ній будівель залежить: організація праці, санітарно-гігієнічний стан ферми, а також відповідні умови для обслуговуючого персоналу. Обрана ділянка під ферму або комплекс повинна відповідати виробничим та санітарно-гігієнічним нормам.

До виробничих вимог належать:

- зручне розташування ферми відносно кормової бази;
- наявність якісних доріг і споруд;
- належний зв'язок з селом, яке входить до господарства;
- забезпечення надійного водопостачання, енергозабезпечення і теплопостачання;
- достатня міцність ґрунтів, їх придатність для зведення будівель;
- глибина залягання підземних вод має бути щонайменше 2-2,5 м від земної поверхні;
- наявність ухилу місцевості в діапазоні 3-5 градусів, що забезпечує відведення дощових і талих вод.

До санітарно-гігієнічних вимог належать:

- організація ветеринарної зони, а також санітарних розривів між виробничими приміщеннями;

- ізоляція ферми від навколишньої території смугою насаджень з кущів, дерев тощо.

Ділянка для ферми має мати санітарно-захисну зону шириною 300 м. Ділянка має розташовуватися нижче населеного пункту, водозабірних споруд і вище за ветеринарні об'єкти та гноєсховища. Вона повинна бути віддалена від транзитних шляхів не менше ніж на 100 м. Напрямок переважаючих вітрів повинен бути спрямований від селища, житлових будівель, кормоцехів до тваринницьких приміщень і далі до гноєсховищ. Окрім того, при виборі ділянки для комплексу або ферми необхідно:

- розміщувати виробничі та допоміжні будівлі відповідно до прийнятої технології утримання та годівлі тварин;

- забезпечувати безперервний виробничий процес з мінімальним переміщенням потоків корму, кінцевої продукції, відходів, а також планувати мінімальне пересування худоби;

- передбачати можливість розподілу земельної ділянки комплексу на зони:

- основну;

- кормоприготування;

- складську;

- санітарно-технічну;

- адміністративно-господарську;

- мати в розпорядженні гноєсховища з подовжньою віссю з півночі на південь в центральних районах (відхилення у орієнтації подовжньої осі

виробничих приміщень до напрямку пануючих в зимовий час вітрів не повинне перевищувати 30 градусів);

- розраховувати площу земельної ділянки для ферми, виходячи з норм земельної площі (на одну корову до 200 м<sup>2</sup>);

- розташовувати допоміжні тваринницькі приміщення комплексу поблизу основних виробничих приміщень ферми.

Графічна частина проекту, що показує взаємне розміщення виробничих і допоміжних будівель, шляхів, інженерних комунікацій та зелених насаджень, зветься генеральним планом ферми.

Будівлі та споруди, розташовані на території ферми, згруповані відповідно до особливостей виробничих процесів, однакових для цих об'єктів, санітарних та протипожежних вимог, вантажообігу, видів обслуговуючого транспорту, споживання води та електроенергії.

Під час проектування ферми дотримувалися норми щільності забудови ферми, дотримувалися мінімальні розриви між будівлями. Архітектурно-планувальне рішення генерального плану передбачає раціональне розташування будівель і споруд відповідно до їх виробничого призначення згідно з прийнятим технологічним процесом.

У виробничій зоні розміщені:

- шість корівників, типовий проект №501-234;

- пологове приміщення на 100 корів, типовий проект №501-150.

В корівниках передбачено прив'язне утримання корів із застосуванням стійлового обладнання ОСК-25 по 5 комплектів на корівник.

Доїння корів здійснюється в молокопровід за допомогою доїльних установок АДМ-5.

Телятам профілактичного періоду випоюють молоко, отримане від новотільних корів.

Тварин напувають в будівлі з індивідуальних автоматичних напувалок, які входять до складу стійлового обладнання ОСП-Ф-25, на вигульно-кормових дворах з групових автонапувалок з електропідігрівом АГК-4Б.

Гній прибирають з будівель транспортерами ТСН-150А, з вигульно-кормового двору - скребковим бульдозером БН-1, а потім навантажувачем ПЕ-0,5Б вантажать в транспортний причіп 2ПТС-4-555Б, яким вивозять до місць зберігання.

До допоміжних споруд належать:

- джерела води;
- джерела електроенергії;
- комунікації;
- протипожежні водоймища;
- гаражі для зберігання машин;
- пункт технічного обслуговування.

## **2.4 Розрахунок технологічної лінії приготування кормів**

Виготовлення кормів – один з найбільш виснажливих процесів у тваринництві. В умовах механізованих ферм на нього припадає до 40-50% усіх трудовитрат.

Кормоцехи призначені для приготування кормів сільськогосподарським тваринам за допомогою механічної, теплової, хімічної та біологічної дії, спрямованих на підвищення смакових та поживних властивостей корму. Їх створюють на фермах ВРХ. Вони мають технологічні лінії підготовки грубих, соковитих та концентрованих кормів. Кінцевим результатом роботи кормоцеху

є видача кормосумішей, придатних для згодовування тваринам, враховуючи їхній вигляд, вік, фізіологічний стан та продуктивність.

При приготуванні грубих кормів найпоширенішими є такі схеми:

- 1) подрібнення – дозування - змішування;
- 2) подрібнення - запарювання – дозування - змішування;
- 3) подрібнення - хімічна або біологічна обробка – дозування - змішування.

Лінія приготування соковитих кормів (коренеплодів) включає миття - подрібнення – дозування - змішування.

Концентровані корми (зерно злаків) готують за схемою: очищення - подрібнення - дозування - змішування.

В лінії приготування зерна культур бобів може бути передбачено також замочування, варіння або запарювання.

Кожна технологічна лінія приготування кормів обладнана відповідними машинами та агрегатами. Кормоцех має котельню, лабораторію, ваги, засоби транспортування кормів, навантажувально-розвантажувальні машини та допоміжне оснащення.

Потужність і специфіка роботи кормоцеху залежать від кількості тварин, раціону і характеристики кормів, технології підготовки різних кормів тощо.

Якщо кормоцех готує корми, які швидко псуються при зберіганні, його робота визначається розпорядком дня на фермі. Якщо він або його окремі лінії готують корми, які зберігаються тривалий час, то переробка їх безпосередньо не залежить від щоденних процесів годування.

Для проекрованої ферми застосовуємо устаткування промислового виробництва. В цеху кормоприготування ми використаємо наступні машини та устаткування:

- для підготовки коренеклубнеплодів до згодовування застосовують мийку-коренерізку ІКМ-5 продуктивністю 5 т/год;
- для подрібнення зеленої маси, сіна, соломи застосовують подрібнювач “Волгарь 5” продуктивністю 10 т/год;

- для подрібнення всіх видів фуражного зерна та качанів кукурудзи, а також для подрібнення сіна, соломи, зеленої маси застосовують молоткову дробарку КДУ-2.0 продуктивністю 5 т/год;

- для запарювання коренеплодів, змішування їх з грубими та концентрованими кормами застосовують змішувач С-12 продуктивністю 10 т/год.

В кормоцеху також використовують:

- живильник концентрованих кормів ПК-5.0;

- скребковий транспортер ТС-40.0с;

- завантажувальний шнек ШЗС-40.0;

- вивантажувальний шнек ШВС-40.0;

- транспортер коренеклубнеплодів ТК-5.0Б.

Протягом доби на фермах та комплексах кормів витрачаються для кожного годування нерівномірно як по масі, так і по числу видів кормів.

Зразковий розподіл добового раціону наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Розподіл добового раціону по видачі (%)

Вид корму	Видача корму		
	уранішня з 5 до 5 годин	денна з 13 до 14 години	вечірня з 21 до 22 години
Грубий	5055	-	550
Соковитий	3055	405	350
Концентрований	355	355	350

Обчислюючи машину, ми будемо зберігати при найвищій навантаженні, включаючи їжу, яка буде оброблена машиною.

Влітку потрібна дієта:

Зелена маса  $Q_M = 15,5$  т;

Тіло  $Q_{KK} = 1$ ,

Для подрібненого об'єму ми використовуємо шліфування "Volgar 5" з ємністю 10 т / час.

Визначаємо кількість подрібнювачів:

$$N_{из.б} = \frac{q_{зм}}{t \cdot W} = \frac{191,5}{21 \cdot 10} = 0,9175 \quad (2.3)$$

де  $q_{зм}$  - загальна кількість зеленої маси;

$t$  - година, що виділяється на приготування корму;  $t = 2$  години;

$W$  - продуктивність подрібнення.

Беремо одне подрібнення "Волгарь 5".

Для змішування зеленого корму з концкормами застосовуємо змішувач С-12

Визначаємо число змішувачів:

$$N_{см} = \frac{191,5 + 11,4}{21 \cdot 10} = 1,104$$

Приймаємо один змішувач.

В зимовий час по раціону необхідно:

сінаж  $q_{сж} = 4225$  кг;

силос  $q_{сл} = 13320$  кг;

сіно  $q_{сн} = 3450$  кг;

коренеплоди  $q_{кр} = 5454$  кг;

концкорма  $q_{кк} = 1200$  кг.

Визначаємо кількість коренерізок ІКММ - 5.

$$N_{кр} = \frac{5 \cdot 7844}{2 \cdot 5} = 0,5578$$

Приймаємо один змішувач. У зимовий період необхідно дотримуватися специфічного раціону:

## **2.5 Розрахунок технологічної лінії доїння корів і первинної переробки молока**

Результати та ефективність машинного доїння залежать від оптимального підбору стада, належно обраних доїльних установок, апаратів, а також професійної підготовки операторів. Вибір доїльних установок для ферми здійснюють з урахуванням системи та способу утримання корів, їх чисельності, а також методу збору молока під час доїння – це може бути збір у переносні відра або через молокопровід. Наприклад, при стійловому утриманні корів зі збором молока через

молокопровід застосовують установку АДМ-5 (А). У цьому випадку оператор із 2–3 доїльними апаратами може за одну годину обслужити від 14 до 20 корів. Процес машинного доїння включає виконання таких основних дій: 1. Запуск установки, підключення доїльних апаратів до вакуумної системи та підготовка обладнання до роботи. Перед початком через кожен апарат пропускається 5 літрів гарячої води (55–50°C) для очищення, після чого перевіряється правильність пульсації. 2. Підмивання вимені та проведення масажу. 3. Здоювання перших цівок молока вручну в окрему ємність із темною сіточкою. Це дає змогу видалити молоко з найбільшим рівнем мікробного забруднення та визначити тварин із підозрою на мастит. Згустки або нехарактерна текстура молока можуть сигналізувати про захворювання чи травму вимені. Хворих корів доять окремо і призначають лікування. 4. Надягання доїльних стаканів на дійки та підключення їх до вакуумної системи для доїння. 5. Контроль за процесом доїння, спостереження за припиненням потоку молока. 5. Після завершення доїння вакуум відключають: для цього використовують клапан у колекторі або акуратно віджимають стакани, щоб забезпечити доступ повітря. Потім апарат обережно знімають. 5. Обробка вимені після зняття апарата: його витирають сухим рушником і змащують дійки вазеліном для захисту шкіри. При прив'язному утриманні корів можна отримати високі надії за мінімальної витрати кормів, але така система має низький рівень продуктивності праці, а собівартість продукції залишається високою через значні витрати енергії. Важливо правильно розрахувати кількість необхідних доїльних установок для забезпечення ефективного функціонування ферми.

$$Z_{д.у} = \frac{M_d}{T \cdot Q_y} = \frac{4000}{2 \cdot 100} = 21шт \quad (2.5.1)$$

де  $M_d$  - число дійних корів, гол;

$T$  - час доїння всіх корів;

$Q_y$  - пропускна спроможність доїльної установки, гол/година.

Визначаємо потрібне число операторів машинного доїння.

$$Z_{\text{оп.м.}} = \text{чол} \quad (2.4)$$

де  $t_p$  - час ручної праці, що доводиться на одну корову,  $t_p = 2,4$

Продуктивність оператора машинного доїння за 1 годину  $W = 25$  корів.

Визначаємо число апаратів, обслуговуваних одним оператором

$$Z_{\text{апп}} = \frac{(0,48q + 1,84) - (t_{\text{пп.}} + t_{\text{в}})}{t_{\text{г}}} = \frac{(0,481 \cdot 4 + 1,814) - (0,852 + 0,24)}{0,4} = 16,27 \text{шт} \quad (2.5)$$

де  $t_{\text{пп.}}$  - тривалість переходів і простою оператора;

$t_{\text{в}}$  - допоміжний час.

Приймаємо число апаратів, рівне 5.

Продуктивність доїльних установок при доїнні в стійлах:

$$Q_{\text{ст}} = \frac{60 \cdot Z_{\text{апп}}}{t} = \frac{60 \cdot 5}{8} = 46 \text{ корів/год.} \quad (2.5)$$

де  $t$  - час доїння однієї голштинської корови.

## **2.5 Загальні положення та технологічні вимоги до переробки молока**

Якість молока та молочних продуктів, отриманих під час його переробки, значною мірою залежить від первинної обробки, що є завершальним етапом процесу доїння. Основна мета первинної обробки — забезпечення збереження санітарно-гігієнічних, харчових і технологічних властивостей молока. Найбільш ефективним є проведення цієї обробки паралельно з доїнням, підтримуючи безперервність процесу. До ключових етапів первинної обробки молока належать очищення, пастеризація та охолодження, які є широко застосовуваними на практиці. На етапі очищення механічні та частково бактеріологічні домішки видаляються з молока, що значно покращує його якість і створює умови для тривалішого зберігання. Для відцентрового очищення молоко рекомендується подавати підігрітим до

температури 40–50 °С. Це дозволяє уникнути збивання молока та осідання жиру, а також значно збільшує ефективність роботи сепаратора-очисника. Після проведення очищення молоко слід або охолоджувати, або пастеризувати з подальшим охолодженням. Зберігати продукт до моменту транспортування на молокоприймальні пункти необхідно в охолодженому стані, що забезпечує його стабільну якість і безпеку.

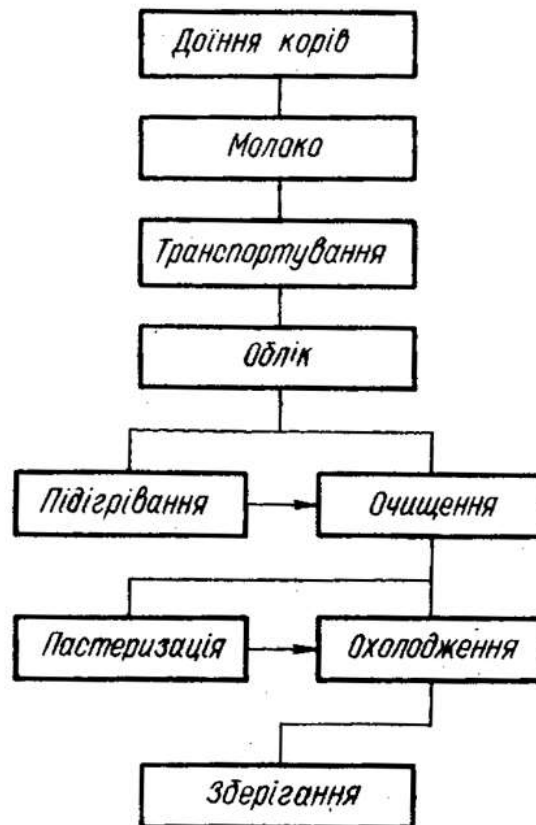


Рис.2.1 - Структура операцій первинної обробки молока

525 / 5000

GPT-4o mini

Переписати

**Виведення**

Мова:

Авто

Температура охолодження молока залежить від тривалості його зберігання.

Свіжевидоєне молоко без первинної обробки може залишатися свіжим

завдяки своїм бактерицидним властивостям, які перешкоджають розмноженню шкідливих мікроорганізмів. Цей ефект триває до 2–3 годин залежно від температури навколишнього середовища. Якщо ж молоко охолоджують до 5–10 °С, воно зберігає якість протягом доби, а при температурі 4–5 °С — до 35 годин. Охолодження молока уповільнює розвиток мікроорганізмів, що сприяє подовженню терміну його придатності. Радикальнішим методом обробки є пастеризація, яка забезпечує знезараження, тобто знищує шкідливі мікроорганізми, не впливаючи на смак, запах, консистенцію та колір продукту. Тривала пастеризація передбачає нагрівання молока до температури 53–55 °С з витримкою протягом 30 хвилин. При короткочасній пастеризації молоко нагрівають до 51–55 °С і витримують 20–30 секунд. Миттєва пастеризація проводиться нагріванням до 55–50 °С без витримки на цій температурі.

## **2.5 Обґрунтування технологічної схеми обробки молока**

Під час проектування технологічних схем потокових ліній для обробки молока необхідно враховувати специфіку виробничих умов конкретного підприємства, забезпечувати максимальну механізацію й автоматизацію операцій, гарантувати умови для отримання продукції високої якості та зменшення виробничих втрат. На тваринницьких фермах, де не передбачена промислова переробка молока, його первинну обробку проводять за одним із варіантів, представлених на схемі (рис. 2.2). На невеликих фермах із прив'язним утриманням худоби, а також у разі низької продуктивності корів, зазвичай застосовується доїння в стійлах із подальшим збором молока у переносні відра. У таких умовах первинна обробка молока здійснюється у наступній послідовності: одержане молоко у відрах або бідонах доставляють до фермської молочної кімнати за допомогою ручних візків та перекачують насосом у резервуар-охолодник (рис. 2.2, а) або проводять через поточний очисник-охолодник у резервуар-термос (рис. 2.2, б). Очищення за схемою (а) виконується шляхом фільтрування під час переливання молока з

доїльних відер у бідони та додатково через фільтр-цідилку в горловині резервуара-охолодника. Зазвичай, якщо молоко отримане від здорових корів, його первинна обробка відбувається за спрощеною схемою "очищення — охолодження". У разі доїння за допомогою загального молокопроводу така технологія може реалізовуватися обладнанням, яке входить до складу комплексу доїльної установки (рис. 2.2, в). Однак, якщо на тваринницькій фермі виникає епізоотія або в регіоні вводиться карантин, усе молоко перед транспортуванням на молокоприймальні пункти чи переробні підприємства повинно проходити теплову обробку — пастеризацію (рис. 2.2, г).

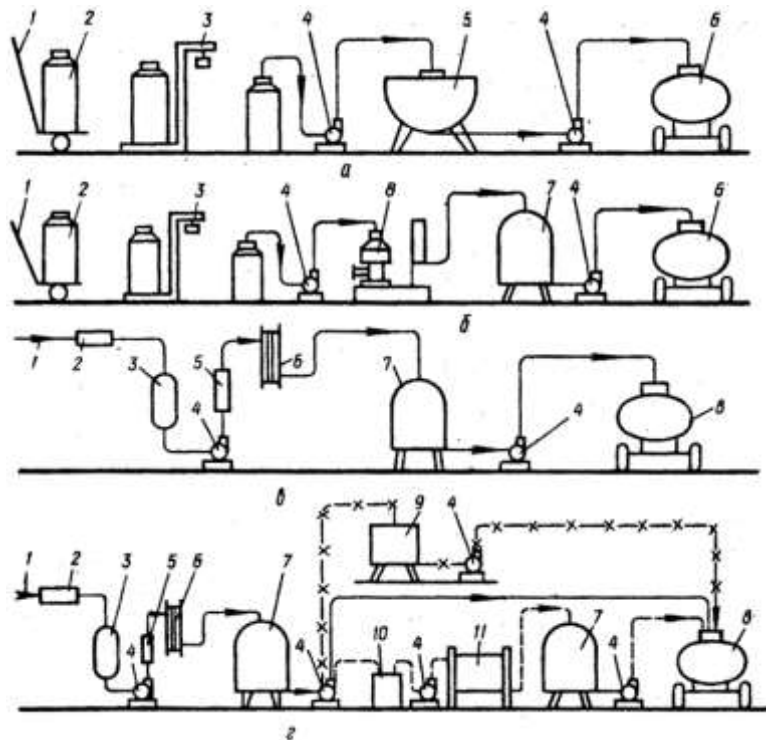


Рис. 2.2 - Основні варіанти поточкових технологічних ліній фермських молочних:

а — при доїнні у переносні відра, очищенні молока та охолодженні його в резервуарі-охолоднику;

б - при доїнні у переносні відра і первинній обробці молока в очищувально-охолодному агрегаті: 1 - візок для переміщення бідонів; 2 - бідон; 3 - платформні ваги; 4 - молочний насос; 5 - резервуар-охолодник; 5 - молочна цистерна; 5 - резервуар-термос; 5 - очищувально-охолодний агрегат;

в - при доїнні в молокопровід із магістральними фільтрами і пластинчастим охолодником; г - те ж, та пастеризації молока у випадках виникнення епізоотії: 1 - молокопровід; 2 - груповий лічильник молока; 3 -

повітровіддільник; 4 - молочний насос; 5 - магістральний фільтр; 5 - пластинчастий охолодник; 5 - резервуар-термос; 5 - молочна цистерна; 5 - ванна для тривалої пастеризації; 10 - вирівнювальний бак; 11 - пластинчастий пастеризаційно-охолодний агрегат

Молоко пастеризують прямо на тваринницькому підприємстві. Після цього молочна продукція надходить до торговельної мережі або безпосередньо до споживачів.

## **2.5 Визначення продуктивності потокових ліній та вибір технологічного обладнання**

Вихідні дані, необхідні для розрахунку та подальшого вибору обладнання потокових технологічних ліній (ПТЛ) для первинної обробки молока, включають інформацію про кількість корів на фермі або комплексі, їхню продуктивність та частоту доїння. З огляду на технологічні та економічні аспекти, найбільш доцільним є збіг продуктивності ПТЛ первинної обробки молока з продуктивністю відповідних ліній доїння або її незначне зниження відносно останніх. Пропускна здатність обробної лінії ( $Q_{\text{по}}$ ) визначається за допомогою формули: де  $T$  — кількість корів на фермі (голів),  $G$  — середньорічний надій на одну корову (кг),  $c$  — коефіцієнт нерівномірності надходження молока протягом року. Значення коефіцієнта  $c$ , що відповідає співвідношенню між максимальним місячним надоєм і середньомісячним значенням, коливається в межах від 1,1 до 1,5.  $k_p$  — коефіцієнт нерівномірності одноразового надою, що змінюється залежно від кратності доїння: при трикратному доїнні  $k_p$  варіюється від 0,55 до 0,5, а при двократному — від 0,52 до 0,5. Також враховується коефіцієнт тривалості лактації корів ( $\rho_l$ ), який становить 0,5–0,52, та тривалість циклу одноразового доїння ( $T_{\text{ц}}$ ). Попередній вибір обладнання для первинної обробки молока здійснюється на етапі розробки технологічної схеми цієї обробки. Спочатку підбираються пристрої, які забезпечують транспортування молока з доїльної установки. Після цього відбираються інші агрегати та апарати відповідно до прийнятої схеми технологічного

процесу. Важливо надати перевагу сучасним високопродуктивним і перспективним зразкам обладнання. Для гарантування безперервності роботи ПТЛ слід забезпечити відповідність їх продуктивності графіку надою молока по фермі (сумарній продуктивності ліній доїння). Резервуари для приймання та зберігання молока обираються з урахуванням добової кількості надою на фермі, кратності доїння й частоти вивезення молока на переробні підприємства. Загальна місткість резервуарів для зберігання молока ( $V_p$ ) визначається на підставі зазначених параметрів.

$$V_p = \frac{mGck_p}{365\rho_{л}i_e} \quad (2.5)$$

де  $i_e$  — показник кратності вивезення молока з ферми.

$$V_p = \frac{400 \cdot 5500 \cdot 1,5 \cdot 0,9}{365 \cdot 0,82 \cdot 1} = 9923,15$$

При виборі технологічного обладнання та встановленні режимів його роботи необхідно дотримуватись певних раціональних принципів, які допомагають оптимізувати час обробки молока і зменшити витрати енергії. Зокрема, при розробці первинного технологічного процесу обробки молока важливо забезпечити ефективне комплексне використання тепла і холоду, зокрема їх вторинних потенціалів, через рекуперацію енергії під час теплообмінних процесів. Рекуперація енергії передбачає безперервну передачу тепла від гарячого середовища до охолоджуваного, яке потім спрямовується в зону нагріву. Цей процес у первинній обробці молока (підігрів, очищення, пастеризація, охолодження) дає значну економію тепла і холоду. Оптимальним вирішенням є комбіновані пластинчасті теплообмінники, які дозволяють досягти економії до 50-54 % при пастеризації та охолодженні. Зрівнювальні баки використовуються в системах доїння та первинної обробки молока, розміщуючи їх послідовно для погодження продуктивності між компонентами системи. Без цих баків важко забезпечити узгодженість, адже продуктивність доїльних установок варіюється в залежності від низки факторів: розподіл отелень протягом року, доступність кормів, варіації надоїв на добу, а також кількість робочих

операторів і доїльних апаратів. У той же час, технологічне обладнання для первинної обробки молока має стабільну продуктивність. Зрівнювальні баки компенсують нестабільність потоку молока. Теоретично місткість зрівнювального бака має бути наступною...

$$V_{тб} = (Q_{лд} - Q_{по})T_{д} + 0,25Q_{по} \quad (2.5)$$

де  $Q_{лд}$  — продуктивність доїльного обладнання, кг/год;  $T_{д}$  — тривалість доїння, год.

$$V_{тб} = (900 - 49611,5)116 + 0,215 = -649175,75$$

Другий компонент,  $0,25 Q_{по}$ , обчислений для часу затримки (0,25 год.) введення в дію обладнання для переробки молока від моменту початку доїння худоби. У кожному конкретному випадку, робочий об'єм  $V_{рб}$  вирівнювального бака підбирають згідно каталогу серійного обладнання, враховуючи умову:

$$V_{рб} \geq V_{тб}$$

## 2.5 Визначення витрат тепло та холодоагентів

Для здійснення теплообмінних процесів під час первинної обробки молока необхідно визначити потребу в подачі тепла для пастеризації та холоду для охолодження. Балансові рівняння для обміну теплоти при пастеризації та охолодженні молока будуть представлені у наступному вигляді:

$$\left. \begin{aligned} Q_{по} C_M (t_M^k - t_M^n) &= \Pi (i_{п} - i_k); \\ Q_{по} C_M (t_M^n - t_M^k) &= BC (t_B^k - t_B^n); \end{aligned} \right\} \quad (2.10)$$

де  $C_M, C_B$  - питома тепломісткість відповідно молока та води залежно від їх температури та щільності,  $C_M = 3,552—3,5523$ , а  $C_B = 4,2-4,535$  кДж/кг·°С);

$t_M^n, t_M^k$  - температура молока відповідно на початку та в кінці обробки, °С;

$t_B^n, t_B^k$  - те ж, стосовно води, °С;

$\Pi$  - витрати пари на підігрівання молока, кг/год.;

$I_{\text{п}}$  - ентальпія пари,  $i_{\text{п}} = 2500 \text{ кДж/кг}$ ;

$i_{\text{щк}}$  - тепломісткість конденсату,  $i_{\text{к}} = 440 \text{ кДж/кг}$ ;

$B_5$  - витрати води на охолодження молока,  $\text{кг/год}$ .

За системою рівнянь (5.4) визначають потреби пари та води:

$$П = \frac{Q_{\text{по}} C_{\text{м}} (t_{\text{м}}^{\text{к}} - t_{\text{м}}^{\text{п}})}{i_{\text{п}} - i_{\text{к}}} \quad (2.11)$$

$$B = \frac{Q_{\text{по}} C_{\text{м}} (t_{\text{м}}^{\text{п}} - t_{\text{м}}^{\text{к}})}{C(t_{\text{в}}^{\text{к}} - t_{\text{в}}^{\text{п}})} \quad (2.12)$$

$$П = \frac{49613,5 \cdot 3,9233(85^{\circ} - 30^{\circ})}{27030 - 440} = 4733,7$$

$$B = \frac{49613,5 \cdot 3,9233(330^{\circ} - 10^{\circ})}{4,373(130 - 8)} = 45539,0$$

Виходячи з потреб у подачі теплоносія та холодоагента, здійснюється підбір обладнання для генерації пари та охолодження води, а також проводяться розрахунки діаметрів трубопроводів розподільної системи.

## 2.10 Розміщення обладнання молочної

Молочна — це комплекс приміщень і обладнання, об'єднаних за технологічними функціями, які призначені для збору, обліку, первинної обробки та зберігання молока. Відповідно до призначення, такі об'єкти умовно поділяються на три основні типи: молокозбірні (або молокозливні), розташовані поблизу корівників; загальнофермерські, що функціонують на базі централізованих доїльно-молочних блоків; загальногосподарські, які включають молокоприймальні пункти або молокопереробні цехи. Типові проекти молочних об'єктів розраховані на обробку від 3 до 12 тонн молока за добу. Фермські молочні комплекси сучасного зразка передбачають окремі технологічні приміщення (відділення), призначені для приймання, обробки і переробки молока, а також лабораторії. Крім того, вони мають технічні приміщення (котельня, компресорно-вакуумна) і побутові зони (кімнати для персоналу та санвузли). Молокоприймальне відділення використовується для приймання, обліку, охолодження і тимчасового зберігання молока. За

необхідності воно також дозволяє сепарувати молоко до 10 % жирності для використання відвіжок як корм для телят. У відділенні обробки встановлюється обладнання для нормалізації молока за вмістом жиру, його пастеризації, охолодження і подальшого зберігання. Мийне відділення служить для миття й дезінфекції доїльних апаратів, бідонів та іншого молочного інвентарю. Машинне відділення для вакуумних насосів і компресорів холодильних машин рекомендується розташовувати з периферійної сторони молочної, щоб запобігти потраплянню відпрацьованих газів усередину приміщення. Окремий простір виділяється для холодильних машин із забезпеченням системи примусової вентиляції. Варто враховувати важливість мінімізації довжини трубопроводів (до 10 метрів), які з'єднують холодильні установки з охолоджувальними місткостями. Таблиця 2.5 - Технічні характеристики фермських молочних.

Показник	Номер типового проекту				
	501-5-2	501-5-5	501-5-1	501-5-5	501-5-5
Продуктивність за добу, т	3	3	5	12	12
Добові витрати:					
води, м <sup>3</sup>	0,4	0,5	5,2	5,0	10,3
електроенергії, кВт·год	55	55	55	110	114
Кількість працівників	2	2	12	5	15

Аналіз молока проводять у спеціалізованій лабораторії. Свіже молоко, яке надходить із ферми, перевіряють за показниками вмісту жиру, густини, механічних домішок, кислотності та температури. Лабораторія на фермі розташовується у сухому, добре освітленому та теплому приміщенні. Стелю покривають олійною фарбою, а стіни та підлогу оздоблюють керамічною плиткою для забезпечення гігієнічності. Приблизна площа виробничих приміщень ФВП становить:

$$F_{\text{ВП}} = k \sum f_{\text{ог}} \quad (2.13)$$

Коефіцієнт запасу площі (к) залежить від особливостей виробництва, кількості транспортних засобів, розмірів технологічного обладнання та чисельності працівників. Для молочних блоків із малогабаритним обладнанням (до 1 м<sup>2</sup>) коефіцієнт приймається в межах 5-5, а для великогабаритного – у діапазоні 4-5. Сумарна площа (м<sup>2</sup>), яку займають машини й обладнання молочного виробництва, враховується відповідно до цих показників. Площу допоміжних приміщень, таких як лабораторії, склади, санітарно-побутові зони тощо, визначають за встановленими нормами проєктування. Для цього враховують обсяг виробництва, тип молочного блоку та кількість працівників на підприємстві.

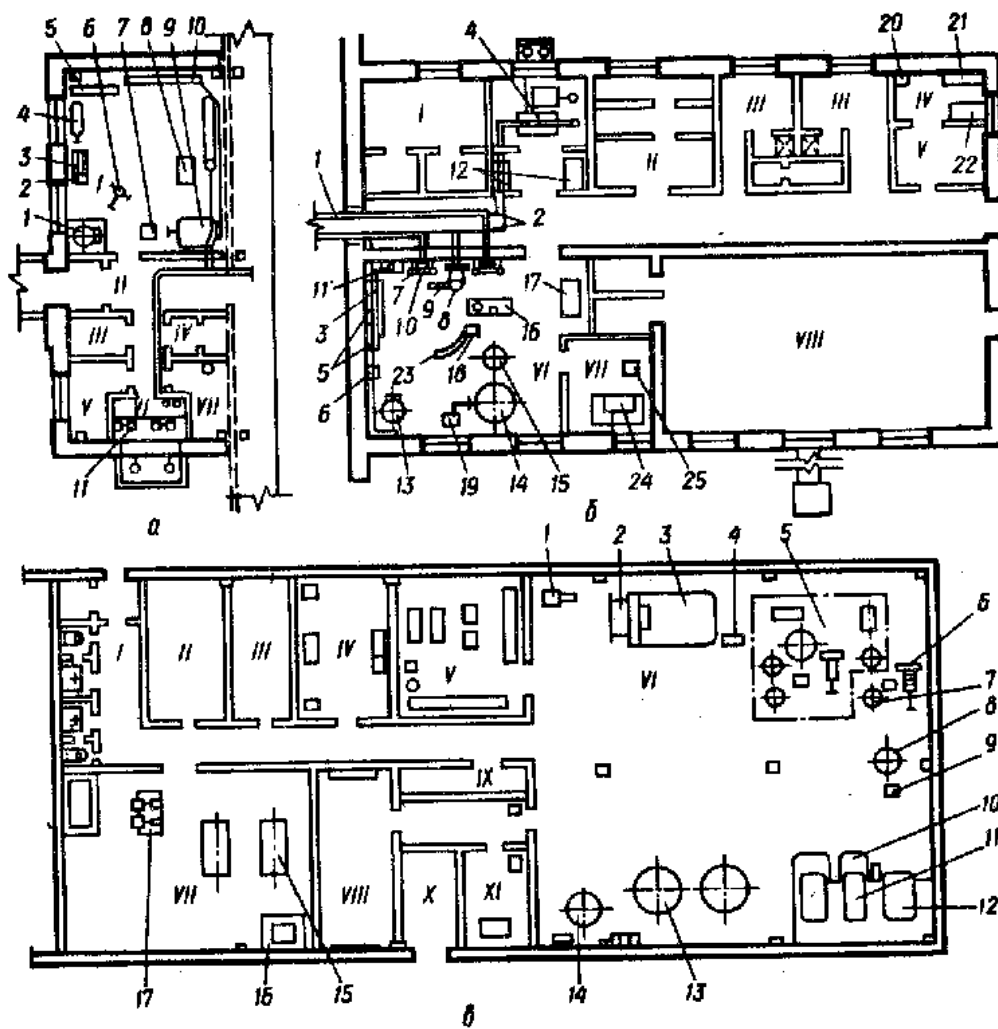


Рис.2.3.- Схеми розміщення машин та обладнання в молочних блоках різного типорозміру:

а - молокоприймальна при корівнику прив'язного утримання і доїнні у переносні відра: I - молокозливна; II - коридор; III - електрощитом; IV - санвузол; V - кімната обслуговуючого персоналу; VI - вакуум-насосна; VII

— тепловий пункт, 1 — електроводопідігрівник; 2 – стіл; 3 - шафа для запасних деталей; 4 - бак для миття бідонів; 5 - стелаж; 5 - візок для бідонів; 5 - молочний насос; 5 - ваги; 5 - молочний резервуар; 10 - пристрій для промивання доїльних апаратів; 11 -• вакуумна установка;

б - молочний блок продуктивністю 3 т молока на добу: I - пункт штучного осіменіння; II - вентиляційна камера; III - санвузол; IV - лабораторія; V - кімната обслуговуючого персоналу; VI - молокозливна; VII - приміщення холодильної установки; VIII - котельня; 1 - молокопровід; 2 - вакуум-провід; 3 - доїльна апаратура; 4 - вакуумна установка; 5 - пристрій для циркуляційного промивання; 5 - автомат промивання; 5 - лічильник групового обліку надоїв; 5 - повітровіддільник; 5, 15, 15 - молочні насоси; 10 - молочний фільтр; 11 - охолодник молока; 12 - шафа для запасних деталей; 13 - електроводопідігрівник; 14 - резервуар-термос для молока; 15 - ванна тривалої пастеризації; 15 - очисник-охолодник; 15 - бак; 20 - центрифуга; 21 - лабораторний стіл; 22 - шафа для зберігання реактивів; 23 - гумотканний рукав; 24 - холодильна установка; 5 - водяний насос;

в - молочний блок продуктивністю 12 т молока на добу з виробництвом сметани та сиру: I - санвузол; II - вентиляційна камера; III - електрошитова; IV - лабораторія; V - відділення для миття; VI - молочне відділення; VII - машинне відділення; VIII - холодильна камера; IX - склад запасних деталей; X - експедиція; XI — кімната майстра; 1, 4 — молочні насоси; 2 - ваги; 3 - молокоприймальний бак; 5 - пастеризаційно-охолодна установка; б - холодильна установка; 5 - сепаратор-вершковіддільник; 5 - ванна тривалої пастеризації; 5 - насос для вершків; 10 - прес для сиру; 11 - ванна; 12 - ванна для дозрівання вершків; 13, 14 - резервуари-термоси для молока; 15, 15 - холодильні машини; 15 - водяний насос

Для розміщення обладнання на молочній оптимальним вважається метод площинного моделювання на плані. Важливо дотримуватися лінійної схеми, забезпечуючи найкоротший можливий маршрут для транспортування молока і продуктів його обробки. Необхідно врахувати зручність монтажу обладнання та трубопровідних комунікацій, а також їх доступність для обслуговування. Робочі майданчики перед апаратами рекомендується проектувати шириною 2-3 метри, а проходи між апаратами та стінами — близько 1 метра. Одночасно із плануванням розташування обладнання уточнюються розміри окремих приміщень. Варіанти конфігурацій приміщень та встановлення технологічного обладнання для молочних ферм наведено на рисунку 2.3. Молочний або доїльно-молочний блок може бути частиною корівника, добудовою до нього, чи окремим спорудженням на території

ферми. Прив'язка до інших об'єктів тваринницької ферми виконується відповідно до вимог генерального плану підприємства. Первинна обробка молока включає низку процедур, спрямованих на збереження його натуральних властивостей та якості. Ці процедури включають приймання молока, очищення від механічних домішок (фільтрування), охолодження, зберігання при низькій температурі, облік маси та транспортування. Для очищення від домішок використовуються різні фільтрувальні матеріали, як от марля, лавсан, фланель або ватяні фільтри. Фільтрацію здійснюють як під час доїння, так і під час приймання молока. Охолодження молока є важливим етапом у процесі його обробки. Свіже молоко має бактерицидні властивості завдяки присутності активних речовин (лактенінів, імунних тіл), які затримують ріст мікроорганізмів до двох годин без охолодження. Надалі з'являється ризик скисання. Якщо молоко охолодити одразу після доїння, його зберігання при різних температурах подовжується: при температурі 30 °С — до 3 годин, 20 °С — до 5 годин, 10 °С — до 24 годин, 5 °С — до 35 годин, 0 °С — до 45 годин. Для охолодження використовують ванни з проточною водою або льодом, танки з холодильними системами або спеціальні охолоджувачі. Літнього періоду молоко, призначене для транспортування на заводи, охолоджують до 5 °С або 5 °С. На доїльних установках із молокопроводом (наприклад, АДМ-5) встановлюють комбіновані пристрої для очищення й охолодження молока (ТОМ-2А, ОМ-1-50000), які виконують ці процеси одночасно зі збором молока

### **3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИЧНА**

#### **3.1 Призначення пастеризаторів**

Якість молока та молочних виробів значною мірою залежить від часу обробки або переробки сировини. Молоко-продукт, що швидко псується, оскільки сприятливим середовищем

для розмноження мікроорганізмів. Щоб збільшити термін зберігання молока, використовують різні його обробки, серед яких пастеризація.

методи

Пастеризація-

це одна з технологічних операцій первинної обробки молока. Для знищення бактерій молоко піддають пастеризації. Цей процес названо на честь видатного французького вченого - засновника мікробіології Луї Пастера. Апарати, в яких відбувається цей процес, називаються пастеризаторами. За способом теплової обробки молока пастеризатори поділяють на термічні та холодні; за джерелом енергії - парові, електричні з омичним або індукційним нагрівом, інфрачервоної радіації, ультрафіолетові опромінювачі та високочастотні вібратори; за характером виконання процесу - апарати безперервної та періодичної дії. Найбільш поширені режими термічної пастеризації молока - тривалий, короткочасний та миттєвий.

Тривалу пастеризацію проводять у двостінних ваннах (ВДП), обладнаних мішалками. При температурі від 335 до 335 К молоко витримують протягом 30 хвилин.

Короткочасну тонкошарову пастеризацію здійснюють на автоматизованих пластинчастих установках (ОПУ) з 20-

секундною витримкою молока, нагрітого до температури  $(345 \pm 2) \text{ К}$ .

### **3.2 Зоогігієнічні вимоги до пастеризації**

При машинному доїнні корів джерелами бактеріального забруднення молока здатні ставати забруднене шкіряне покриття вим'я, погано вимиті доїльні стакани, молочні шланги, молочні крани та молокопроводи. Додатково, бактерії можуть надходити з повітря у корівнику та колектора доїльного апарату.

Свіжовидоєне молоко за індикатором фенолфталеїном покаже кислу реакцію. Кислотність молока визначають у градусах Тернера (Т), що демонструють кількість мілілітрів децинормального розчину лугу (KOH чи NaOH), потрібну для нейтралізації 100 мл молока у присутності фенолфталеїну. Кислотність свіжовидоєного молока знаходиться в межах 15-15°Т.

Під час утворення молока з організму корови до нього потрапляють імунні тіла та бактерицидні речовини, що призупиняють розмноження бактерій у свіжовидоєному молоці. Період дії цієї властивості свіжого молока визначають як бактерицидну фазу.

Тривалість бактерицидної фази залежить від санітарних умов одержання молока та температури його охолодження, зазначених у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Тривалість дії бактерицидної фази

Температура молока, °К	Умова отримання молока	
	Добрі	Погані
3105	3.04	2.04
3503	5,04	2.34
2555	12.54	5.54
2555	35.04	15.04

При температурі 255-255 0К життєдіяльність бактерій майже припиняється, що створює сприятливі обставини для тривалого зберігання.

В цілях заохочення продажу державі молока підвищеної якості (невелика кислотність) господарство отримує доплату за це понад встановлену ціну.

### 3.3 Фізико-механічні властивості молока

Хімічний склад молока не є суворо константним для кожної корови, а варіюється залежно від породи, віку, стадії лактації, раціону годівлі та інших факторів. У молоці виявлено понад 100 різних сполук. Якість молока та

молочних виробів значною мірою залежить від оперативної обробки сировини. Молоко відноситься до продуктів з обмеженим терміном зберігання. Воно слугує ідеальним середовищем для розмноження різноманітних мікроорганізмів.

Молоко надходить до торговельної мережі відповідно до ГОСТ 13255-55 та класифікується як: цільне, нормалізоване та вітамінізоване – жирністю 3.2%, також підвищеної жирності та топлене – жирністю 5%, білкове – жирністю 2.5%. Щільність молока повинна бути не менше 1.025 г/см<sup>3</sup>.

### **3.4 Аналіз способів виконання технологічного процесу**

Найбільш поширеними режимами термічної пастеризації молока є тривалий, короткочасний та миттєвий.

Тривалу пастеризацію здійснюють у двостінних ваннах (ВДП), обладнаних мішалками. При температурі в діапазоні від 335 до 335 0К молоко витримують протягом 30 хвилин.

Короткочасну тонкошарову пастеризацію проводять на автоматизованих пластинчастих установках (ОПУ) охолоджувально-пастеризаційних з 20-секундною витримкою молока, нагрітого до температури (345±2) 0К.

Миттєву тонкостінну пастеризацію виконують в установках з витискувальними барабанами при нагріванні молока до 355-350 0К без подальшої його витримки.

Способи холодної пастеризації, тобто знищення бактерій без нагрівання молока, зводяться до застосування в цій меті в основному ультрафіолетових опромінювачів або магнітострикційних вібраторів.

Ультрафіолетові опромінювачі складаються з нержавіючої сталі, в яку вставлено з невеликим кільцевим зазором циліндричні кварцові лампи.

Обеззараження молока під впливом ультрафіолетового проміння відбувається під час руху його тонким шаром в кільцевому зазорі.

Для збереження молока у свіжому вигляді для доставки його до споживачів, молоко в господарстві піддається первинній обробці. До неї входять такі технологічні операції: зберігання, облік, пастеризація.

На молочно-товарному комплексі повинні бути окремо обладнані молочні приміщення відповідно до санітарно-зоологічних правил: приміщення має бути сухим, добре освітленим, обладнаним опаленням, водопроводом, каналізацією. Після завершення робіт регулярно проводять миття та дезінфекцію. Це приміщення обладнано мийною та холодильною установкою.

При первинній обробці молока застосовуються наступні операції. Молоко трубопроводом надходить в охолоджувач. Молоко охолоджується до необхідної температури. Перед охолоджувачами молоко очищається на сепараторі-молокоочисникові. Після очищення питне молоко надходить в охолоджувач та пастеризується, потім розливається у посуд.

Пастеризація проводиться для знищення всіх шкідливих бактерій у молоці.

### **3.5 Технологічна схема обробки молока**

Молоко з доїльної установки надходить у сепаратор-очищувач. Після етапу очищення воно проходить через регенератор і потрапляє до пастеризатора. Далі, після пастеризації, молоко охолоджується та надсилається споживачу. Вибір кінцевого продукту залежить від спеціалізації регіону діяльності господарства (наприклад, виробництво олії, сиру тощо), стану здоров'я тварин, доступних ресурсів, умов транспортування, а також віддаленості від пунктів здачі чи збуту продукції. Усі процеси обробки молока поділяються на основні та допоміжні. До основних належать такі операції, як біохімічне заквашування, бродіння, збагачення вітамінами, дозрівання, хімічна обробка, механічне очищення, нормалізація, гомогенізація, емульгування, змішування, пресування сирної маси, збивання масла тощо.

### 3.5 Розрахунок пастеризатора ОПД-1М

Форма барабана має вигляд параболоїда обертання, який описується наступним рівнянням:

$$\omega^2 = (x^2 + y^2) = 2gz$$

При  $x=0$  парабола має виглядати:

$$y^2 = \frac{2g}{\omega^2} z$$

Ми використовуємо для визначення геометричних налаштувань.

Визначення кількості вакантних підшипників

$$F = \int 2\pi g ds;$$

$$ds = \sqrt{(dz^2) + (dy^2)};$$

$$dy = \frac{\sqrt{2g}}{2\omega\sqrt{z}} dz;$$

$$ds = \sqrt{(dz^2) + \frac{2g}{4\omega^2 z} (dz)^2} = \sqrt{1 + \frac{g}{z\omega^2} dz};$$

$$\begin{aligned} \Gamma &= 2\pi \int_0^z \frac{\sqrt{2gz}}{\omega} * \sqrt{1 + \frac{g}{2\omega^2 z}} dz = \frac{2\pi\sqrt{2g}}{\omega} * \int_0^z \sqrt{z} * \sqrt{1 - \frac{1g}{2\omega^2 z}} dz = \frac{2\pi\sqrt{2ig}}{\omega i} * \int_0^z \sqrt{2 + \frac{ig}{2\omega^2}} dz = \\ &= z + \frac{g}{z\omega^2} = l \end{aligned}$$

Тоді  $dl = dz$

$$F = \frac{2\pi\sqrt{2g}}{\omega} * \int_0^z l \frac{1}{2} dl = \frac{4\pi\sqrt{2g}}{3\omega^2} = -l\sqrt{l} = \frac{4\pi\sqrt{2g}}{3\omega} * \sqrt{\left(z + \frac{g}{2\omega^2}\right)^3}; l = z$$

$$F = \frac{4\pi\sqrt{2g}}{3\omega} * \sqrt{\left(ih \frac{g}{2\omega^2}\right)^3}$$

Приймаємо  $n=30500$  об/мин

$$\omega = \frac{\pi n l}{30};$$

$$0.511 = \sqrt{(R + 0.156)^3}$$

$$0.216 = (h + 0.1156)^3$$

$$h + 0.1561 = 0.641$$

$$h = 0.64 - 0.1561$$

$$n = y = \frac{301}{3.14 * 301} * \sqrt{2 * 9.81 * 0.4841} = 0.98M$$

$$y = \frac{1}{\omega} \sqrt{2gt}$$

Споживану потужність розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{I\omega^2}{102 * t * h};$$

$t = 300$  сік – час розгону барабана;

$n = 0.50$  – коефіцієнт навантаження.

$$dI = s^2 dM$$

$$I = \int_0^z s dM \quad s^2 = x^2 + y^2$$

$$dM = \frac{2\pi\rho l \gamma}{g\omega^3} * \int_0^3 \sqrt{(2yz)^3} dz = \frac{2\pi l \gamma}{g\omega^3} 12g\sqrt{2g} * \int_0^6 z \frac{3}{2} dt = \frac{1.6 * \pi l \gamma}{\omega^3} * \sqrt{2g} * 0.484^2 * \sqrt{0.484} =$$

$$= \frac{7.1 * \pi l \gamma}{\omega^3} * 0.233 * 0.695 = \frac{1.15 * \pi l \gamma}{\omega}$$

$$N_6 = \frac{I\omega^2}{102t\eta} = \frac{1.15\pi l \gamma \omega^2}{\pi 102t\eta} = \frac{0.338 * 0.093 * 7 * 800}{300 * 30 * 0.6} = 0.5kBT$$

Коефіцієнт корисної дії самого пастеризатора.

$$h = h_{кр} * h_n$$

$h_{кр} = 0.55$  КПД плоскоремінної передачі;

$h_n = 0.55$  КПД підшипників

$$h = 0.55 * 0.515 = 0.55$$

Потужність споживана самим пастеризатором:

$$N = \frac{N_8}{n} = \frac{0.15}{0.25} = 0.158kBT$$

Підбираємо ЕДГА А31-4445

$$N_g = 0.51 kBT. \quad \omega = 155.05 \text{ рад/сек}$$

### 3.5 Розрахунок клинопасової передачі

Кутова швидкість самого пастеризатора:

$$\omega = 3.14 \text{ р/сек};$$

Кутова швидкість ЕДГ45А:

$$\omega_{1=145.05} \text{ р/сек};$$

Беремо тип паса А з розмірами:

$$a=0.0113 \text{ м}; h=0.0015 \text{ м}; F=0.0000511 \text{ м}^2$$

Вибираємо діаметр привідного шківів

$$D_1=0.1215 \text{ м}$$

Діаметр веденого шківів

$$D_2 = D = \omega_{1/w_2=0.55} \frac{148.05}{31.4} * 0.125 \text{ м}$$

Згідно ГОСТ 1254-55 беремо  $D_2=0.55 \text{ м}$

Число передачі:

$$i = D_2 / D_1 = 0.55 / 0.125 = 4.45$$

$$\text{Швидкість паса } V = \omega_{1} \frac{D_1}{2} = 148.05 * \frac{0.125}{2} = 9.25 \text{ м/сек}$$

Відстань між центрами

$$A = D_1 + D_2 + h = 0.123 + 0.55 + 0.005 = 0.553 \text{ м}$$

Приймаємо  $0.5 \text{ м}$

Довжину ремня приймаємо:

$$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_1 + D_2)^2}{4A} = 2 * 0.8 + \frac{3.14}{2}(0.125 + 0.56) + \frac{(0.125 + 0.56)^2}{4 * 0.8} = 2.735$$

По ДСТУ 5455:2015 довжина ремня  $L=2.51 \text{ м}$

Визначаємо число пробігів ремня за одиницю часу:

$$U = \frac{V}{L} = \frac{9.25}{2.8} = 3.3 \text{ 1/сек} / 10 \text{ сік}$$

Приймаємо

$$L = \pi * \frac{\pi}{3} * \frac{D_2 - D_1}{A} = 3.141 * 1.04 * \frac{0.516 - 0.1125}{0.8311} = 21 \text{ рад} = 145^\circ$$

Зусилля в ремені:

$$P = \frac{N_1}{\omega_1 * n} = \frac{600}{146.05 * 0.0625} = 65 \text{ Н};$$

Допустиме окружне зусилля визначається за формулою:  $[H_m] = [HN1] * C1 * C2 * C3$  Дані для використання: Для повного ременя:  $[UN0] = 1.5 \text{ кН/м}^2$

Поправочні коефіцієнти:  $C1 = 0.51$  — коефіцієнт кута обхвату  $C2 = 1$  —

коефіцієнт швидкості ременя  $C3 = 1$  — коефіцієнт режиму роботи Після

підстановки значень розраховуємо:  $[K_n] = 1.5 * 10^5 * 0.51 = 1.55 * 10^5 \text{ Н/м}^2$

Необхідно визначити кількість ременів для заданих умов.

$$z = \frac{P}{[K_k] * F} = \frac{65}{1.155 * 110^6 * 0.0000181} = 0.152$$

Приймаємо  $z=1$

Діаметр шківів:

$$D1b = D1 + 2l = 0.1125 + 2 * 0.01035 = 0.1312 \text{ м}$$

$$D2b = D2 + 2l = 0.551 + 2 * 0.00315 = 0.5155 \text{ м}$$

$$D1bn = D1 - 2l = 0.1215 - 2 * 0.4125 = 0.1105 \text{ м}$$

$$D1bn = D2 - 2l = 0.515 - 2 * 0.1213 = 0.5142 \text{ м}$$

Ширина шківів:

$$B = 2S + t = 2 * 0.011 + 0.0115 = 0.0135 \text{ м}$$

Сила тиску ременя на вал:

$$Q = 2T_0 - T_1 * z * \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$F = Q_p * h = 11 * 8 = 88 \text{ мм}^2 = 0.000088 \text{ м}^2$$

$$Q = 2 * 1.2 * 10^6 * 0.000088 = 2122 \text{ Н}$$

### 3.5 Розрахунок вала пастеризатора

Потужність на валу барабана  $N_s = 151 \text{ кВт}$

Момент, що крутить:

$$W_{kp} = \frac{N_b}{\omega} = \frac{150}{31.4} = 4.771 \text{ Нм}$$

Довга валу  $l = 0,15 \text{ м}$

Відстань між підшипниками приймаємо 0.45 м

Реакції в точках опор

$$\Sigma M_a = 0$$

$$Q * 0.12 - R_b * 0.45 = 0$$

$$R_b = \frac{0.12 * Q}{0.45} = \frac{0.12 * 203}{0.45} = 54.2H$$

$$\Sigma M_b = 0$$

$$Q * 0.57 - R_a * 0.45 = 0$$

$$R_a = \frac{0.57 * Q}{0.45} = \frac{0.57 * 203}{0.45} = 25.7H$$

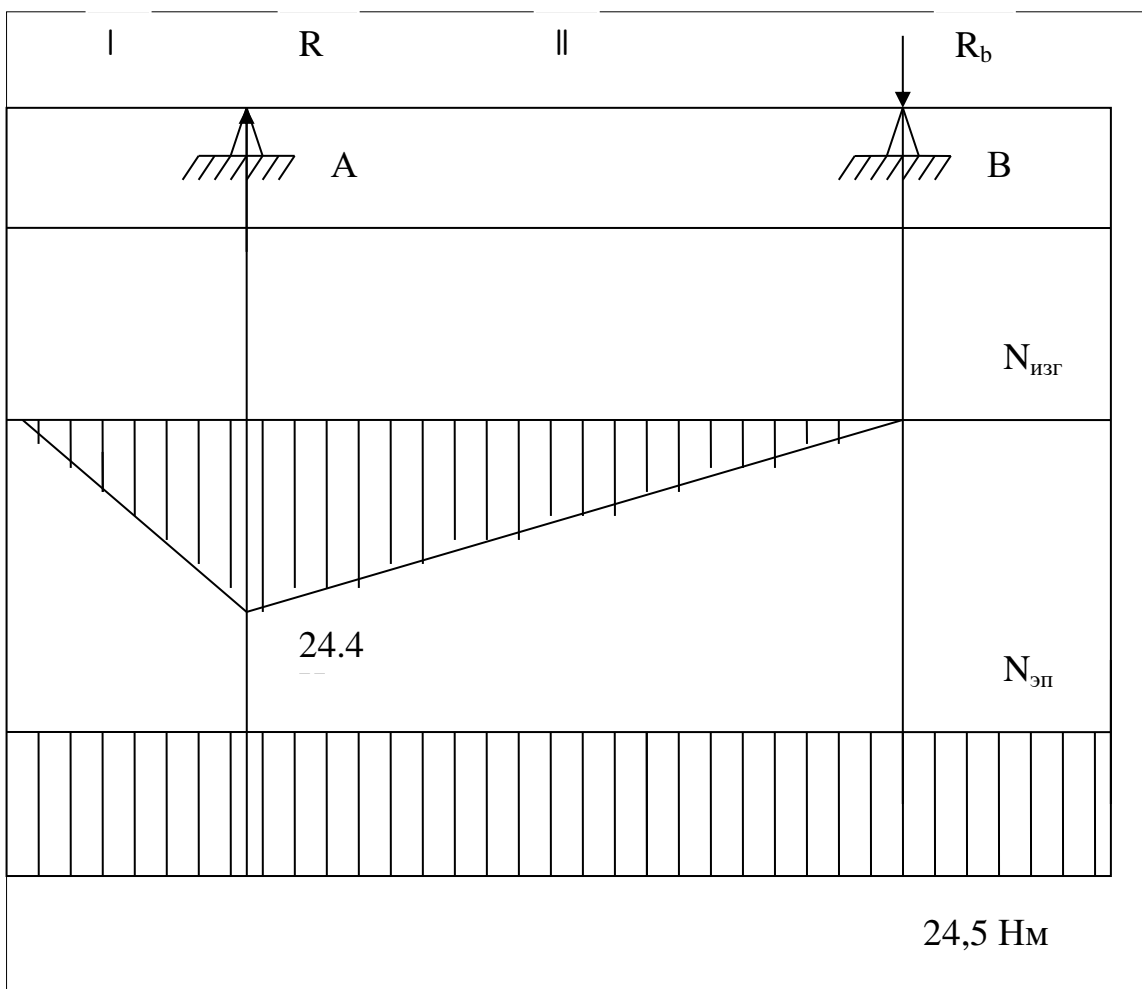


Рис. 3.2 - Згинаючий момент в перетині

$$M_{пI} = Q * 0.012 = 203 * 0.12 = 124.4 \text{ Нм}$$

$$M_{пII} = Q * 0.55 = R_a * 0.45 = 2013 * 0.55 * 255 * 0.45 = 0$$

Еквівалентний момент:

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_n^2 + M_h^2} = \sqrt{24.4^2 + 47.7^2} = 53.8 \text{ Нм}$$

Діаметр валу в небезпечному перетині:

$$d = \sqrt[3]{\frac{\dot{M}_{\Sigma}}{0.1 \cdot [G]}} = \sqrt[3]{\frac{24.8}{0.1 \cdot 50 \cdot 10^6}} = 0.017 \text{ м}$$

Враховуючи ослаблення валу канавкою шпони приймаємо

$$d = 0,0251 \text{ м}$$

Вибір підшипників:

$$Q = R_a \cdot U_n \cdot U_b \cdot U_t$$

$U_n$  – коефіцієнт враховує вплив довговічності;

$U_b$  - коефіцієнт враховує вплив динамічного навантаження;

$U_t$  – температурний коефіцієнт залежний від робочої температури підшипника

$$Q = 255 \cdot 1 \cdot 1,2 = 3110 \text{ Н}$$

Коефіцієнт працездатності

$$C = Q \cdot (wh)^{0.3} \quad h = 250100 \text{ година}$$

$$C = 310 \cdot (3.14 \cdot 251000)^{0.3} = 15300$$

Вибираємо підшипник радіальний однорядний згідно ДСТУ 5455:2013 легка серія

$$N = 2051 \quad d = 251 \text{ mm} \quad D = 512 \text{ mm} \quad C = 515500$$

Вибір підшипника ковзання здійснюється з урахуванням довжини вкладишів, яка залежить від діаметра валу.

$$l = \left( \frac{0.5}{1.0} \right) d \cdot 0.8 \cdot 0.025 = 0.021 \text{ м}$$

Розміри вкладишів перевіряються за допомогою визначення питомого тиску.

$$g = \frac{R_b}{\ell d} \leq [g]$$

$$R_b = 54.2$$

$$g = \frac{54.2}{0.02 * 0.025} = 0.102 * 10^6$$

Вкладиші приймаємо бронзові, тоді  $[g]=5*10^5$  Н/м

Вибираємо шпонку по ДСТУ 5345Ж2013

Діаметр валу  $d=25$  мм.

Товщина шпонки  $l=0.001 L=0.01315=0.34$  мм.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

### 4.1 Стан охорони праці в господарстві

Одним із ключових принципів виробництва є створення безпечних умов праці з використанням комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів. Організація охорони праці в господарстві базується на положеннях України "Про організацію роботи з охорони праці в сільському господарстві". Відповідно до цього документа, керівництво господарства несе відповідальність за координацію роботи з охорони праці та дотримання техніки безпеки. У структурі передбачено посаду інженера з охорони праці та техніки безпеки, а на тваринницькій фермі обов'язки з питань техніки безпеки покладені на завідувача ферми. За останні роки в господарстві суттєво покращено умови праці завдяки механізації основних виробничих процесів, що сприяло зменшенню кількості нещасних випадків. Згідно зі звітними даними за період 2002–2015 років, зареєстровано 5 постраждалих. Основними травмуючими факторами були: 1) недосконалість пристосувань – 3 випадки; 2) транспортні засоби – 2 випадки. Аналіз виробничого травматизму за цей період наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 4.1 - Виробничий травматизм в господарстві

№ пп	Найменування показників	2015 р.	2015 р.	2015 р.
1	Середнєсписочне число робітників	4515	4510	4515
2	Число втрачених робочих днів	52	-	50
3	Кількість травм	2	-	3
4	Коефіцієнт частоти травматизму	4,115	-	5,151
5	Коефіцієнт важкості травматизму	415	-	213

Аналізуючи вищенаведені дані необхідно відзначити, що коефіцієнт частоти травматизму можливо ще знизити.

Коефіцієнт частоти травматизму визначається за формулою:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T \cdot 1000}{P} \quad (4.1)$$

де: T - кількість травм за відповідний період;

P - середньодобове число робітників.

Коефіцієнт важкості травматизму визначається за формулою:

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T} \quad (4.2)$$

де: D - число втрачених робочих днів.

Одним з основних засад виробництва є забезпечення безпечних умов роботи, що досягається комплексною механізацією та автоматизацією виробничого процесу. Організація охорони праці в підприємстві здійснюється відповідно до вимог українського законодавства "Про організацію роботи з охорони праці в сільському господарстві".

Згідно з цим нормативним актом, керівництво підприємства відповідає за організацію заходів з охорони праці та дотримання техніки безпеки. Штатний розклад передбачає посаду інженера з охорони праці та техніки безпеки, а на тваринницькій фермі відповідальність за техніку безпеки покладена на керівника ферми.

За останні роки умови праці на підприємстві значно поліпшилися завдяки впровадженню механізації основних виробничих операцій, що призвело до зменшення кількості нещасних випадків. Відповідно до статистичних даних за період з 2002 по 2015 рік, було зареєстровано 5 випадків травмування працівників. Основними факторами, що сприяли травматизму, були:

- 1) недосконалість обладнання – 3 випадки;
- 2) транспортні засоби – 2 випадки.

Аналіз виробничого травматизму за вказаний період представлено у таблиці 3.1.

№	Заходи	Відповідальний
I	Організаційні заходи	Гол. спеціаліст
1.	Організувати курсове навчання за програмами України з подальшою атестацією а) головні фахівці - 15 ч б) робочі тваринництва - 32 ч в) робочі МТП - 15 ч г) шофера - 22 ч д) будівельні робітники	Інженер з ТБ Викладач або інструктор з ТБ -" -"
2.	Організувати і обладнати кабінет з ТБ площею 25 м <sup>2</sup>	Інженер з ТБ
3.	Забезпечити робочі місця необхідними плакатами, інструкціями по ТБ	Інженер з ТБ
4.	Організувати кути по ТБ на виробничих ділянках	Керівник ділянки
II.	Технічні заходи	
1.	Обладнати:	
	а) битову кімнату на фермах і в механічній майстерні б) пожежні пости звуковими сигналами в) водонапірні башти пристроями забору води пожежними засобами	Інженер з ТБ -" Керівник Гол. інженер
2.	Щороку проводити випробування кранів-балок	Зав. майстернею

#### 4.2 Техніка безпеки і виробнича санітарія

Під час роботи з ВРХ працівники ферми зобов'язані знати правила техніки безпеки, а також вміти надавати першу медичну допомогу у випадку травмування.

Під час роздачі кормів необхідно дотримуватися таких правил:

- Заборонено використовувати несправні механізми;
- До роботи допускаються лише особи з відповідними документами, які підтверджують їхню кваліфікацію;
- Технічне обслуговування механізмів дозволяється лише тоді, коли вони вимкнені;
- Всі обертові частини обладнання повинні бути надійно захищені.

Для забезпечення комфортних умов праці на тваринницьких фермах потрібно підтримувати стабільну температуру, забезпечувати чистоту повітря та достатнє освітлення.

### **4.3 Розрахунок освітлення виробничих приміщень**

Освітлення має відповідати вимогам технічного проектування ферм ВРХ.

Під час проектування потрібно максимально задіяти природне освітлення. Ступінь природного освітлення описується співвідношенням площі вікон до площі підлоги або коефіцієнтом  $k$ .

Для приміщень із прив'язним утриманням корів  $k = 1:10 - 1:15$ , приймаємо  $k = 1 : 15$ .

Площа вікон обчислюється:

$$F_{ок} = F_n / k = 2520 / 15 = 1618 м^2 \quad (4.3)$$

Площа одного віконного отвору рівна:

$$f_{ок} = a \cdot b \quad (4.4)$$

де:  $a = 1,51$  м, ширина вікна;

$b = 0,51$  м, висота вікна.

$$F_{ок} = 1,5 \times 0,5 = 1,135 м^2$$

Визначаємо кількість вікон за формулою:

$$n = \frac{F_{ok}}{f_{ok}} = \frac{168}{1,35} = 1214 \text{ шт.} \quad (4.5)$$

Для штучного освітлення застосовуємо світильники типу "Універсаль".

Розташовуємо в два ряди на висоті 2,5 м від підлоги.

Визначаємо необхідну кількість ламп:

$$n = \frac{S_n \cdot E_n}{N_n} \quad (4.5)$$

де:  $S_n$  - площа підлоги,  $m^2$ ;

$E_n$  - норма штучного освітлення,  $Вт/м^2$ ;

$N_n = 150$ , номінальна потужність однієї електролампи.

$$n = \frac{2520 \cdot 3,3}{150} = 55,414$$

Приймаємо 55 світильників на відстані 4 метри один від одного.

#### 4.4 Розрахунок вентиляції виробничих приміщень

Нормальне утримання тварин у приміщенні можливе лише тоді, коли забезпечені фізико-хімічні характеристики повітря.

Обчислення потрібного повітрообміну найчастіше здійснюється, виходячи з концентрації вуглекислого газу в повітрі.

$$V = \frac{P \cdot m}{P_2 - P_1} \quad (4.5)$$

де:  $P$  - кількість  $CO$  в повітрі, що виділяється одним тваринам,  $л/г$ ;

$m$  - кількість тварин в приміщенні;

$p_1 = 0,115$  - вміст вуглекислого газу в приміщенні в свіжому повітрі приточування;

$p_2 = 2,51$  - допустима кількість газу в приміщенні.

Погодинний повітрообмін для корівника

$$V = \frac{143 \cdot 200}{2,5 - 0,5} = 13519 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кратність повітрообміну в приміщеннях визначається за формулою:

$$K = \frac{V}{L} \quad (4.5)$$

де: L - об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$$ж = \frac{136190}{38090} = 3,5$$

Для приміщень ферми використовуємо припливно-витяжну вентиляцію з природною циркуляцією повітря. Витяжні канали розміщуються у горіщному перекритті покрівлі, а приплив - у верхній частині стін між вікнами.

Встановлюємо площу та кількість каналів.

Площа витяжних каналів обчислюється за формулою:

$$F_b = \frac{V}{3600 \cdot v} \quad (4.5)$$

де: Ve - годинний повітрообмін, м<sup>3</sup>/год.;

v - швидкість СО, м/с.

Швидкість СО визначаємо за виразом:

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{h_k(t_b - t_n)}{273}} \quad (4.10)$$

де: h<sub>k</sub> = 4,2 м, - висота витяжного каналу;

t<sub>b</sub> = +11<sup>0</sup>С, - внутрішня температура корівника;

t<sub>n</sub> = -15<sup>0</sup>С, - зовнішня температура корівника.

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{4 \cdot (10 - (-14))}{273}} = 1,34 \text{ м/с}$$

Площа витяжних каналів рівна:

$$F_b = \frac{136191}{3600 \cdot 1,313} = 2,81 \text{ м}^2$$

Число витяжних каналів перетином 1х1 визначаємо за формулою:

$$n = \frac{F_b}{f} \quad (4.11)$$

де: f - переріз витяжних каналів, м<sup>2</sup>;

$$n = \frac{2,8}{1} = 2,81$$

Приймаємо 3 канали.

Площу потокових отворів визначаємо за виразом:

$$F_n = \frac{4n}{3600 \cdot v} = \frac{V_b(1-\beta)}{3600 \cdot v} = (11-\beta) \cdot F_b \quad (4.12)$$

де:  $\beta = 0,3$ , - коефіцієнт природного проникнення СО;

$$F_n = (1-0,3) \cdot 2,8 = 1,961 \text{ м}^2$$

Число потокових каналів перетином  $0,551 \times 0,551$  визначається за формулою:

$$n = \frac{F_n}{f} \quad (4.13)$$

де:  $f = 0,05251 \text{ м}^2$ , - перетин потокових отворів.

Приймаємо 32 отвори.

У молочарні, кормоцеху, ветсанпропускнику та котельні монтуємо примусову вентиляцію.

У кожному з приміщень встановлюємо по одному вентилятору моделі №344-50. Продуктивність коливається в діапазоні від 500 до 3300 м<sup>3</sup>/год. за умови вільного руху повітря.

#### **4.5 Розрахунок заземлення**

Щоб зменшити ризик появи напруги на металевих компонентах машин та механізмів, потрібно ізолювати корпус електродвигуна, корпуси пускозахисної апаратури, а також електропроводку.

Захисне заземлення - це спеціальне електричне з'єднання із землею або її аналогом металевих неструмоведучих частин, на яких може виникнути напруга внаслідок замикання на корпус або інших факторів (індуктивний вплив сусідніх струмоведучих частин, внесення потенціалу, розряд блискавки).

Замикання на корпус або електричне зіткнення струмоведучої частини з металевими неструмоведучими елементами електроустановки.

Замикання на корпус може бути наслідком випадкового дотику струмоведучої частини до корпусу машини, пошкодження ізоляції, падіння дроту під напругою на неструмоведучі металеві елементи.

Мета захисного заземлення - усунення небезпеки ураження струмом у разі контакту з корпусом та іншими неструмоведучими металевими частинами електроустановки, що опинилися під напругою.

Необхідно відрізнити захисне заземлення від робочого та заземлення для блискавкозахисту.

Заземлювальний пристрій складається із зовнішнього заземлювального контуру та заземлювальної сітки всередині приміщення. У приміщенні вздовж стіни прокладають магістральну шину, до якої від кожної станини підводиться не менше 4 мм дроту, а загальний поперечний переріз магістрального дроту повинен бути не менше 4 мм<sup>2</sup>.

Дріт захисного заземлення фарбується в чорний колір, а провід для підключення до F "0" - у фіолетовий колір з чорними смугами завширшки 15 мм з інтервалом 15 см. Для прокладання зовнішнього контуру на відстані 2 - 2,5 м від стіни викопують траншею глибиною 0,5 м і забивають електроди. Електродами можуть бути закопані водопровідні труби, або сталеві труби діаметром 50 мм, забиті в траншею на глибину 2,5 - 3 м, або сталевий кутник 50 x 50 x 50 довжиною 2,5 - 3 м. Електроди між собою з'єднують сталевією смугою за допомогою електрозварення.

Опір заземлюючого стрижня визначається за формулою:

$$R = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{4c}{d} \quad (4.14)$$

де:  $\rho = 3000$  Ом, - питомий опір ґрунту;

$d = 0,005$  м,- діаметр стрижня;

$l = 2,05$  м,- довжина стрижня.

$$R = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,5}{0,05} = 101 \text{ Ом}$$

Кількість стрижнів визначається за виразом:

$$n = \frac{l_n}{a} \quad (4.15)$$

де:  $l_n = 4 \times 51 = 214$  м, - периметр контуру (довжина сполучаючої смуги);

$a = 2,1$  м, - відстань між стрижнями

$$n = \frac{214}{2} = 107$$

Опір стрижневої частини заземлення визначається з урахуванням коефіцієнта застосування стрижнів в замкненому колі.

$$r_{с.з.} = \frac{R}{n \cdot \eta_{ск}} \quad (4.15)$$

де:  $\eta_{ск} = 0,55$

$$r_{с.з.} = \frac{101}{107 \cdot 0,55} = 15 \text{ Ом}$$

Опір з врахуванням коефіцієнта використання смуги в контурі визначається за формулою:

$$r_{n3} = 0,366 \frac{\rho_n}{\eta_{nk} \cdot \ln} \cdot 2 \frac{\ln^2}{13 \cdot t_n} \quad (4.15)$$

де:  $\rho_n = 500$  Ом, - питомий опір смуг;

$b = 0,04$  м, - товщина смуги;

$t_n = 0,5$  м, - глибина заземлення;

$\eta_{nk} = 0,32$

$$r_{n3} = 0,366 \frac{500}{0,32 \cdot 24} \cdot 2 \frac{2 \cdot 24^2}{13 \cdot 0,7} = 138 \text{ Ом}$$

Загальний опір заземлення визначаємо за формулою:

$$r_3 = \frac{r_{сз} - r_{n3}}{r_{сз} + r_{n3}} \quad (4.15)$$

$$r_3 = \frac{15 - 138}{15 + 138} = 5 \text{ Ом}$$

#### **4.5 Аналіз небезпечних та шкідливих чинників**

На умови праці впливають небезпечні та шкідливі виробничі чинники, що за характером дії поділяються на такі групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

До групи фізичних факторів відносяться: машини та механізми, рухомі елементи обладнання без захисту, вироби, матеріали, підвищена запиленість, забрудненість повітря. Також до цієї групи належать: надмірна або недостатня температура, вологість повітря, тиск, підвищений рівень шуму, вібрації, небезпечний рівень напруги в електромережі.

До групи хімічних факторів належать речовини, які мають різний вплив:

- за характером впливу на організм людини: токсичні, що подразнюють, канцерогенні, мутагенні;
- за способом проникнення в організм людини: через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви, слизові оболонки.

До групи біологічних факторів відносяться: мікроорганізми та продукти їх життєдіяльності.

Група психофізіологічних факторів за характером впливу поділяється на фізичні та нервово-психічні перевантаження.

До фізичних відносяться статичні та динамічні перевантаження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження.

У виробничих умовах, як правило, діє комплекс шкідливих та небезпечних факторів. Багато з них пов'язані зі специфікою професії, їх прийнято називати професійними.

## 4.5 Охорона навколишнього середовища

Наразі питання підвищення ефективності заходів з охорони довкілля надзвичайно актуальні для кожного підприємства та господарства. Виникає перманентна потреба у широкому впровадженні у виробництво маловідходних та безвідходних технологічних процесів.

Сучасне виробництво має гарантувати повне та комплексне використання природних ресурсів, сировини та матеріалів, що виключає або значною мірою зменшує шкідливий вплив підприємства на навколишнє середовище. Послідовне покращення охорони водних ресурсів, підвищення ефективності роботи очисних споруд та установок, забезпечення раціонального використання земель, їх захист від вітрової та водної ерозії, заболочування - це лише частина задач, що постають перед господарствами. Для їх вирішення потрібно посилити роботу з поліпшення збереження сільськогосподарських угідь, створення полезахисних лісових смуг. Необхідно також розширювати застосування для людини і тварин безпечних методів захисту сільськогосподарських культур від шкідливих комах та хвороб.

Працівники господарства і особливо керівний склад повинні сумлінно ставитися до використання та зберігання ПММ та отрутохімікатів. Не допускати зливу забруднених вод у природні водойми.

Досить ефективним методом є створення навколо ферм, машинобудівного парку та полів захисних зелених зон.

Добрі перспективи представляє впровадження у виробництво новітніх безвідходних в експлуатації видів техніки та устаткування, що дає змогу значно зменшити ступінь забруднення навколишнього середовища.

Наразі, з огляду на дефіцит рідкого палива, значно розширена номенклатура теплових установок, що працюють на природному газі та твердому паливі, які дають можливість трохи знизити загазованість, отруйність зовнішнього середовища. Передбачений також широкий асортимент електротеплового автоматизованого устаткування, що дозволяє

більш економічно використовувати електроенергію і багато в чому скоротити викиди шкідливих речовин в атмосферу. Слід постійно проводити роботу з удосконалення самої системи управління охороною навколишнього середовища.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Вартість будівель хат і споруд:

$$ВБ_{\sigma} = П \cdot ВГМ, \quad ВБ_{\pi} = ВБ_{\sigma};$$

де П- поголів'я худоби по варіантах;

$$ВБ = 400 \cdot 4 = 16000 \text{ тис.грн}$$

Вартість машин і устаткування:

$$ВO_n = ВБ_n \cdot 0,60; \quad ВO_{\sigma} = ВO_{\pi} \cdot K_{\sigma};$$

$$ВO_n = 16000 \cdot 0,6 = 960 \text{ тис.грн}$$

$$ВO_{\sigma} = 9600 \cdot 0,89 = 854,4 \text{ тис.грн}$$

Середній коефіцієнт механізації самих процесів:

$$K_{\sigma} = (k_d + k_k + k_r + k_b) / \pi \quad ;$$

$$K_{\sigma} = (60 + 80 + 95 + 100) / 4 = 83,7\% .$$

Капітальні вкладення у виробництво :

$$K_{\sigma\sigma} = ВБ_{\sigma} + ВO_{\sigma} = 1600 + 854,4 = 2454,41 \text{ тис.грн}$$

$$K_{\pi\pi} = ВБ_n + ВO_n = 1610 + 960 = 2563 \text{ тис.грн.}$$

Поточні витрати на виробництво продукції:

$$ПВ = ОП + В_c + k + В + П_d + В_0 + ПМ + Е + Т + Р + А + I - П_b ;$$

де: ОП - оплата праці, грн;

В<sub>c</sub> - відрахування на соціальні заходи, грн;

к - витрати кормів, кг;

В - вартість води, грн/м3;

П<sub>д</sub> - вартість підстилки, грн;

В<sub>0</sub> - витрати на ветеринарне обслуговування, грн;

ПМ - вартість палива, грн;

Е - вартість електроенергії, грн/кВт;

Т - витрати на транспорт

Р - витрати на ремонт

А - амортизаційні відрахування

І - інші загальні господарські витрати;

П<sub>б</sub> - вартість побічної продукції.

$$ПВ_{п} = 104,07 + 333,6 + 12 + 8 + 7,2 + 57,6 + 35,2 + 12,8 + 80 + 41,6 + 144 + 120 + 38,7 + 31,2 - 40 = 985,97 \text{ тис.грн.}$$

$$ПВ_{б} = 120,05 + 290 + 12 + 8 + 7,2 + 57,6 + 35,2 + 12,8 + 80 + 41,6 + 128,16 + 106,8 + 44,6 + 36,0 - 40 = 940,01 \text{ тис.грн}$$

Витрати на виробництво молока:

$$ПВ_{м} = ПВ - В_{т};$$

де: В<sub>т</sub> - витрати на телят, тис. грн;

$$ПВ_{мб} = 940,01 - 154,52 = 785,49 \text{ тис.грн}$$

$$ПВ_{мп} = 985,97 - 162,08 = 823,89 \text{ тис.грн.}$$

Таблиця 5.1 - Витрати на оплату праці (проектний варіант)

	Поголів'я	Обслуговування на 1 люд, гол	Кількість робочих	Кількість робочих днів	Тарифні розряди	Денні тарифні ставки, грн	Річний тарифний фонд зарплати, тис. грн	Доплата 50 % + на відпустку 5,25%	Річний фонд оплати праці, тис. грн
Оператор машинного доїння	400	40	10	355	VI	10,51	35351,5	21555,34	55535,54
Скотар	400	100	4	355	III	5,01	10234,50	5555,55	15551,55
Тракторист - машиніст	400	200	2	355	V	5,13	5505,5	3515,15	10322,55

Пастух	400	400	1	305	III	5,01	2135,05	1202,55	3340,50
Технік з штучного осіменіння	400	400	0,5	305	V	5,05	1350,13	555,32	2155,45
Ветеринар	400	400	0,5	305	IV	5,55	1201,5	555,55	1555,55
Слюсар	400	400	1	305	IV	5,55	2403,4	1351,51	3555,31
Нічний сторож	400	400	1	305	III	5,01	2135,05	1202,55	3340,50
Обліковець молока	400	400	1	305	III	5,01	2135,05	1202,55	3340,50

Відрахування на соціальні заходи беруться у розмірі 35,2 %, а загально виробничі витрати - 30% від річної фундації оплати праці:

$$V_{с_6} = 120,05 \cdot 0,372 = 44,6 \text{ тис.грн}$$

$$V_{с_н} = 104,06 \cdot 0,372 = 38,7 \text{ тис.грн}$$

$$I_6 = 120,05 \cdot 0,3 = 36,0 \text{ тис.грн}$$

$$I_н = 104,06 \cdot 0,3 = 31,2 \text{ тис.грн}$$

Таблиця 5.1 - Витрати на оплату праці (базовий варіант)

	Поголів'я	Обслуговування на 1 люд, гол	Кількість робочих	Кількість робочих днів	Тарифні розряді	Денні тарифні ставки, грн	Річний тарифний фонд зарплати, тис. грн	Доплата 50% + на відпустку 5,25%	Річний фонд оплати праці, тис. грн
Оператор машинного доїння	400	33	12	355	VI	10,51	45033,5	25554	51525,5
Скотар	400	50	5	355	III	5,01	12553,25	5155,2	15555,45
Тракторист - машиніст	400	200	2	355	V	5,13	5505,5	3515,15	10322,55
Пастух	400	400	1	305	III	5,01	2135,05	1202,55	3340,50
Технік з штучного осіменіння	400	400	0,5	305	V	5,05	1350,13	555,32	2155,45

Ветеринар	400	400	0,5	305	IV	5,55	1201,5	555,55	1555,55
Слюсар	400	400	1	305	IV	5,55	2403,4	1351,5	3555,3
Нічний сторож	400	400	1	305	III	5,01	2135,0	1202,5	3340,5
Обліковець молока	400	400	1	305	III	5,01	2135,05	1202,55	3340,5
									120151,43

Вартість кормів:

$$K_{\text{б}} = P_{\text{рб}} \cdot \text{ВП}_{\text{б}} \cdot \text{Ц}_{\text{к}} ;$$

$$K_{\text{п}} = P_{\text{рп}} \cdot \text{ВП}_{\text{п}} \cdot \text{Ц}_{\text{к}} ;$$

де:  $P_{\text{рб}}$  і  $P_{\text{рп}}$  - кількість випущеної продукції тваринництва у відповідних варіантах;

$\text{ВП}_{\text{б}}$  і  $\text{ВП}_{\text{п}}$  - витрати кормів на 1 ц продукції;

$\text{Ц}_{\text{к}}$  - собівартість 1 ц кормів, грн.

$$K_{\text{б}} = 10000 \cdot 1,45 \cdot 20 = 290000 = 290 \text{ тис. грн. ;}$$

$$K_{\text{п}} = 12000 \cdot 1,39 \cdot 20 = 333600 = 333,6 \text{ тис. грн.}$$

Вартість води:

$$V_{\text{б}} = P_{\text{б}} \cdot \text{ВВ}_{\text{б}} \cdot \text{Ц}_{\text{в}}$$

$$V_{\text{п}} = P_{\text{п}} \cdot \text{ВВ}_{\text{п}} \cdot \text{Ц}_{\text{в}} ;$$

де:  $P_{\text{п}}$  і  $P_{\text{б}}$  - поголів'я тварин у відповідних варіантах;

$\text{ВВ}_{\text{п}}$  і  $\text{ВВ}_{\text{б}}$  - витрати води на 1 голову тварин за рік по варіантах;

$\text{Ц}_{\text{в}}$  - ціна 1 м<sup>3</sup> води, грн;

$$V_{\text{б}} = 400 \cdot 30 \cdot 1 = 12000 = 12 \text{ тис. грн. ;}$$

$$V_{\text{б}} = V_{\text{п}}.$$

Вартість підстилки:

$$P_{\text{дб}} = P_{\text{б}} \cdot \text{НВ}_{\text{б}} \cdot \text{Д}_{\text{б}} \cdot \text{С}_{\text{п}}$$

$$P_{\text{дп}} = P_{\text{п}} \cdot \text{НВ}_{\text{п}} \cdot \text{Д}_{\text{п}} \cdot \text{С}_{\text{п}} ;$$

$$P_{\text{дб}} = P_{\text{дп}}$$

де:  $P_{\text{п}}$  і  $P_{\text{б}}$  - поголів'я тварин у відповідних варіантах;

$\text{НВ}_{\text{п}}$  і  $\text{НВ}_{\text{б}}$  - норма витрат підстилки на 1 корову в день по варіантах;

$\text{Д}_{\text{б}}$  - кількість днів стійлового періоду;

$C_{\Pi}$  - собівартість 1 кг підстилки, грн.

$$\Pi_{\text{дб}} = 400 \cdot 5 \cdot 4 = 8000 = \text{тис.грн.}$$

Витрати на ветеринарне обслуговування:

$$\begin{aligned} V_{\text{об}} &= \Pi_{\text{б}} \cdot V_{\text{г}} \\ V_{\text{оп}} &= \Pi_{\text{п}} \cdot V_{\text{г}} \end{aligned}$$

де:  $\Pi_{\text{п}}$  і  $\Pi_{\text{б}}$  -; поголів'я тварин у відповідних варіантах

$V_{\text{г}}$  - вартість ветеринарного обслуговування 1 гол за рік, грн;

$$V_{\text{об}} = 400 \cdot 18 = 7200 \text{грн} = 7,2 \text{тис.гр}$$

$$V_{\text{оп}} = V_{\text{об}}$$

Вартість палива, грн:

$$\begin{aligned} \Pi M_{\text{б}} &= \Pi_{\text{б}} \cdot \text{ВП}_{\text{г}} \cdot \text{Ц}_{\text{п}} \\ \Pi M_{\text{п}} &= \Pi_{\text{п}} \cdot \text{ВП}_{\text{г}} \cdot \text{Ц}_{\text{п}} \end{aligned}$$

де:  $\Pi_{\text{п}}$  та  $\Pi_{\text{б}}$  - поголів'я тварин у відповідних варіантах;

$\text{ВП}_{\text{г}}$  - витрати палива на 1 тварину за рік, грн;

$\text{Ц}_{\text{п}}$  - вартість 1 кг палива, грн;

$$\Pi M_{\text{б}} = 400 \cdot 90 \cdot 1,6 = 57600 \text{грн} = 57,6 \text{тис.грн.}$$

Вартість електроенергії

$$\begin{aligned} E_{\text{б}} &= \Pi_{\text{б}} \cdot E_{\text{гб}} \cdot \text{Ц}_{\text{е}} \\ E_{\text{п}} &= \Pi_{\text{п}} \cdot E_{\text{гп}} \cdot \text{Ц}_{\text{е}} \end{aligned}$$

де:  $\Pi_{\text{п}}$  і  $\Pi_{\text{б}}$  - поголів'я тварин у відповідних варіантах;

$E_{\text{гб}}$  і  $E_{\text{гп}}$  - витрати електроенергії на 1 корову за рік, кВт-рік;

$\text{Ц}_{\text{е}}$  - ціна 1 кВт/год, грн;

$$E_{\text{б}} = 400 \cdot 400 \cdot 0,22 = 35200 \text{грн} = 35,2 \text{тис.грн}$$

$$E_{\text{б}} = E_{\text{п}}$$

Вартість транспортних витрат:

$$\begin{aligned} T_{\text{б}} &= V_{\text{тб}} \cdot K_{\text{вб}} \cdot C_{\text{ткм}} \\ T_{\text{п}} &= V_{\text{тп}} \cdot K_{\text{вп}} \cdot C_{\text{ткм}} \end{aligned}$$

де:  $V_{\text{тб}}$  і  $V_{\text{тп}}$  - відстань транспортування вантажу у відповідних варіантах,

км;

$K_{\text{вп}}$  і  $K_{\text{вб}}$  - кількість вантажу для транспортування, т;

$C_{\text{ткм}}$  - собівартість тонно-кілометра, грн;

$$T_6 = 1 \cdot 20 \cdot 1,6 \cdot 400 = 12800 \text{ грн} = 12,8 \text{ тис. грн}$$

$$T_6 = T_{II}$$

Витрати на поточний ремонт, технічне обслуговування будівель і споруд:

$$ВБ_{II} = ВБ_6 = 1600 \cdot 5\% : 100\% = 80 \text{ тис. грн}$$

$$ВБ_{II} = ВБ_6 = 1600 \cdot 2,6\% : 100\% = 41,6 \text{ тис. грн}$$

- машини і устаткування:

$$ВО_6 = 854,4 \cdot 15\% : 100\% = 128,16 \text{ тис. грн}$$

$$ВО_{II} = 960 \cdot 15\% : 100\% = 144 \text{ тис. грн}$$

Інші прямі і загальні виробничі витрати:

$$ВО_6 = 854,4 \cdot 12,5\% : 100\% = 106,8 \text{ тис. грн}$$

$$ВО_{II} = 960 \cdot 12,5\% : 100\% = 120 \text{ тис. грн}$$

Вартість побічної продукції:

$$П_{пб} = П_6 \cdot V_{г6} \cdot C_{г6}$$

$$П_{пб} = П_{II} \cdot V_{гII} \cdot C_{гII}$$

де:  $П_{II}$  і  $П_6$  - поголів'я тварин у відповідних варіантах;

$V_{г6}$  і  $V_{гII}$  - вихід гною від однієї корови за 1 рік, т;

$C_{г6}$  і  $C_{гII}$  - собівартість 1 т гною, грн;

$$П_{пб} = 400 \cdot 10 \cdot 10 = 40000 \text{ грн} = 40 \text{ тис. грн}$$

$$П_{пб} = П_{пб}$$

Витрати на телят:

$$В_{Т6} = \frac{ПВ_6}{365} \cdot 60$$

$$В_{ТII} = \frac{ПВ_{II}}{365} \cdot 60$$

$$В_{Т6} = \frac{940,01}{365} \cdot 60 = 154,52 \text{ тис. грн}$$

$$В_{ТII} = \frac{985,97}{365} \cdot 60 = 162,086 \text{ тис. грн}$$

1. Собівартість одиниці продукції:

$$C = \frac{ПВ}{ВП} ;$$

де:  $C$  - собівартість виробництва одиниці продукції, грн;

$ПВ$  - поточні витрати, грн;

ВП - виробництво продукції, ц;

$$C_{\text{п}} = \frac{823,89}{10000} = 78,5 \text{ грн}$$

$$C_{\text{б}} = \frac{785,49}{24000} = 85,8 \text{ грн}$$

2. Річна економія засобів, тис. грн:

$$P_{\text{е}} = [(C_{\text{б}} - C_{\text{п}}) \cdot \text{ВП}_{\text{п}}] / 1000 ;$$

де:  $C_{\text{б}}$  і  $C_{\text{п}}$  - собівартість виробництва одиниці продукції тваринництва по варіантах, грн;

$\text{ВП}_{\text{п}}$  - валове виробництво продукції в проектному варіанті, ц;

$$P_{\text{е}} = [(78,5 - 68,5) \cdot 12000] / 1000 = 1200 \text{ тис. грн}$$

3. Виручка від реалізації продукції, тис. грн.:

$$V_{\text{р}} = \text{ВП} \cdot \text{Ц} ;$$

де: Ц - ціна реалізації одиниці продукції, тис. грн;

$$V_{\text{р}_{\text{п}}} = 12000 \cdot 90 = 1080000 \text{ грн}$$

$$V_{\text{р}_{\text{б}}} = 10000 \cdot 90 = 900000 \text{ грн.}$$

4. Прибуток від реалізації продукції, тис. грн:

$$\Pi = V_{\text{р}} - \text{ПВ} ,$$

$$\Pi_{\text{п}} = 1080000 - 823890 = 256110 \text{ грн}$$

$$\Pi_{\text{б}} = 900000 - 785490 = 114510 \text{ грн}$$

5. Рівень рентабельності виробництва продукції %:

$$P = \frac{\Pi}{\text{ПВ}} \cdot 100; \quad P_{\text{п}} = \frac{256110}{823800} = 31,0\%$$

$$P_{\text{б}} = \frac{114510}{785490} = 14,6\%.$$

5. Строк окупності капіталовкладень, років:

$$T_0 = \frac{K_{\text{в}}}{\Pi} ; \quad T_{0\text{п}} = \frac{2560000}{256110} = 9,9 ;$$

$$T_{0\text{б}} = \frac{2454400}{114510} = 21,4 .$$

Фондовіддача, грн:

$$\Phi_0 = \frac{V_{\text{р}}}{K_{\text{в}}} ; \quad \Phi_{0\text{п}} = \frac{1080000}{2560000} = 0,42 ;$$

$$\Phi_{06} = \frac{900000}{2454400} = 0,37 \text{ .}$$

Рівень рентабельності:

$$P_{\phi} = \frac{\Pi}{K_B} \cdot 100\% \text{ ;}$$

$$P_{\phi\pi} = \frac{256110}{2560000} \cdot 100 = 10,0\% \text{ ;}$$

$$P_{\phi6} = \frac{114510}{2454400} \cdot 100 = 4,7\%$$

Річний економічний ефект, грн:

$$E_p = [(C_{\phi} + E_n K_{\phi06}) - (C_{\pi} + E_n K_{\phi0\pi})] \text{ВП}_{\pi} \text{ ;}$$

де:  $E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень,

$$E_n = 0,15;$$

$K_{\phi0}$  - капітальні вкладення.

$$K_{\phi0} = \frac{K_B}{\text{ВП}} \text{ ;}$$

$$K_{\phi0\pi} = \frac{2560}{12000} = 213 \text{ ;}$$

$$K_{\phi06} = \frac{2454,4}{10000} = 245$$

$$E_p = [(78,5 + 0,15 \cdot 245) - (68,6 + 0,15 \cdot 213)] \cdot 12000 = 171000 \text{ грн}$$

Таблиця 5.2 - Техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Одиниці виміру	Варіанти		Проект. в % до базов.
			Базовий	Проектний	
1	Капітальні вкладення	тис. грн	2454,4	2550	104,3
2	Валове виробництво продукції	ц	10000	12000	120
3	Поточні витрати на виробництво продукції	тис. грн	555,45	523,55	104,5
4	Собівартість одиниці продукції	грн/ц	55,5	55,5	55,4
5	Прибуток	тис. грн	114,51	255,1	223,5
5	Рівень рентабельності виробництва	%	14,5	31,0	212,3
5	Строк окупності капіталовкладень	рік	21,4	5,5	-
5	Фондовіддача	грн/грн	0,35	0,42	135,5

<b>5</b>	Рівень рентабельності по фондам	%	4,5	10,0	212,5
<b>10</b>	Річний економічний ефект	тис. грн		151,0	