НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
кафедра охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві

_____ Хмельовський В.С.
(підпис) (ПІБ)

“___” _____ 2024 р.

УДК 631.333.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему *Обґрунтування комплекту машин для виробництва вершків на МТФ з дослідженням процесу сепарації молока*

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

Д.т.н., проф. _____ В.В. Братішко
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської роботи

_к.т.н , доцент _____ В.І. Ребенко
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав _____ А.С. Вавриш
……(підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

д.т.н., проф. _____ Хмельовський В.С.
(підпис) (ПІБ)

“___” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання магістерської роботи студенту

Вавришу Андрію Сергійовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

Тема магістерської роботи: Обґрунтування комплекту машин для виробництва вершків на МТФ з дослідженням процесу сепарації молока

затверджена наказом ректора НУБіП України від “30” грудня 2023р. №1079
Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру _1 жовтня 2024 р.
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи: статистичні дані господарської діяльності підприємства, вимоги і норми параметрів процесу прибирання і утилізації гною, довідкові дані про машини та обладнання

Перелік питань, які потрібно розробити:
1. Аналіз господарчої діяльності підприємства
2. Технологічна частина
3. Дослідження процесу сепарації молока
4. Стан охорони праці на фермі
5. Техніко економічна оцінка роботи

Перелік графічних документів (за потреби) _____12-15 слайдів

Дата видачі завдання “_____” _____20___ р.

Керівник магістерської роботи _____ Ребенко В.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Вавриш А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 3

ВСТУП 4

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА
1.1 Загальна характеристика господарства 5
1.2 Характеристика тваринництва 6
1.3 Обґрунтування теми проекту 10

2. КОМПЛЕКТ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ НА МТФ
2.1 Технологія утримання та розрахунок структури поголів'я 12
2.2 Генеральний план ферми 13
2.3 Лінія приготування і роздачі кормів 15
2.4 Лінія водопостачання та напування тварин 21
2.5 Лінія доїння та первинної обробки молока 23
2.6 Лінія видалення гною 27
2.7 Лінія мікроклімату тваринницьких приміщень 28

3. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ МОЛОКА
3.1 Характеристика сировини 34
3.2 Технологія виробництва вершків 36
3.3 Історія сепарації 45

4. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ
4.1 Осадження під дією сили тяжіння 50
4.2 Безперервне сепарування під дією сили тяжіння 55
4.3 Поділ під дією відцентрової сили. Швидкість осадження 58
4.4 Безперервне відцентрове відділення твердих часток 60
4.5 Сепарування 63
4.6 Програма та методика експериментів 74
4.7 Результати експериментальних досліджень 75

5. ОХОРОНА ПРАЦІ 82

6. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ 85

ВИСНОВКИ 91

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 92

РЕФЕРАТ

В магістерській роботі наведено технологічне обґрунтування комплекту обладнання і машин для комплексної механізації доїння та первинної обробки молока на фермі, приведено дослідження технологічних параметрів засобів сепарування молока.

В 1 розділі пояснювальної записки приводиться опис технології виготовлення вершків.

В 2 розділі обґрунтовано комплексну механізацію технологічних процесів на молочнотоварній фермі та підібрано необхідне обладнання.

В 3 розділі подано зоотехнічні вимоги і параметри систем сепарації молока.

В 4 розділі наведено програму, методику та результати експериментальних досліджень, приведений аналіз ефективності роботи сепараторів молока.

В 5 розділі пояснювальної записки наведені охорону праці і охорону довкілля.

Шляхом оцінювання ефективності запропонованих рішень в магістерській роботі проведено економічне обґрунтування доцільності застосування комплексних установок.

Магістерська робота має пояснювальну записку об’ємом 93 аркушів, 12 таблиць, 22 рис., 10 літературних посилань та 11 слайдів, приведених в презентації.

ВСТУП

Вершки являють собою жирну частину коров'ячого молока. У них утримується (%): води – 59-82,2; білків – 2,5-3; жиру –37, лактози – 3-4, золи – 0,4-0,6; вітаміни – А, D, Е, РР, З, групи В. Енергетична цінність – 118 – 337 ккал/100 г продукту. Вони добре засвоюються організмом людини, а лецитин, що втримується в них, перешкоджає відкладанню солей у кровоносних посудинах. Жир перебуває в емульгованому стані. Використовують вершки в лікувальнім і профілактичнім харчуванні.

Вершки використовуються як напівфабрикат для одержання сметани й масла. У зв'язку із цим тема курсової роботи актуальна.

Вершки підрозділяють:

По вмісту жиру на 1%, 8%, 20%, 33% і 35%-й жирності. Виготовляють також пластичні (високожирні) вершки жирністю від 73 до 83% для технологічних цілей.

По виду теплової обробки вершки бувають пастеризованими й стерилізованими.

По способу виробництва: натуральні (отримані шляхом сепарування незбираного коров'ячого молока) і відновлені із сухих вершків.

Питні вершки виробляються різного ступеня жирності, пастеризованими й стерилізованими.

Вершки з різними наповнювачами – кава, какао-порошком – проводяться в основному 10% жирності з використанням стабілізатора агару.

Збиті готові вершки проводяться за допомогою стабілізаторів, вони можуть виготовлятися з різними наповнювачами.

Молочна промисловість робить сухі й згущені вершки.

Рослинні вершки не містять молочного жиру, виробляються на основі рослинних жирів.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1. Загальна характеристика господарства

СФГ «Стародубське» розташоване в с. Пигарівка на відстані 50 км від районного центру м. Шостка та 200 км від обласного – м. Суми. Найближча залізнична станція (16 км) – с. Перемога. В господарстві працює 26 чоловік. Сільськогосподарські угіддя складають 2712 га, з них рілля 1683 га, сінокоси – 345 га, пасовища – 188 га, водойми – 11 га.

Землі господарства відносяться до агрокліматичного району, який характеризується різким кліматом. Літо тепле, протягом якого випадає значна кількість опадів, зима холодна з наявністю відлиг. Сума температур складає 2200...2350 С протягом періоду з температурою вище 10 С, кількість опадів за цей період складає 280-310 мм, а протягом всього року 470...560. У вегетаційний період випадає опадів у межах 310-370 мм. Гідротермічний коефіцієнт теплої частини року дорівнює 1,1-12 (згідно Селянинова). Середня річна температура району складає 3..5 С. (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Середньомісячна температура району

Місяць року	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура С	-9,6	-9,0	-3,6	7,0	14,5	24,4	29,7	24,9	15,9	7,5	0,2	-7,4

Найбільш холодні місяці – січень та лютий, а теплими – червень, липень та серпень. Мінімальна температура у січні сягає -35 С, максимальна – у серпні +42 С. Узимку погода має різний характер: низькі температури -15...-20 С змінюється відлигами з температурами +3...+5 С. Зимою переважно мають місце західні, північно-східні та південно-західні вітри. Напрямки їх часто змінюються, що призводить до швидкої зміни температури повітря. Середня кількість опадів протягом року складає 510-530 мм, переважна частина, яких випадає влітку. (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 - Розподіл річних опадів

Місяць року	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Кількість опадів, мм	30	29	32	30	49	60	69	61	38	36	47	41

Наведені дані показують, що найбільша кількість опадів зберігається з періодом розвитку сільськогосподарських рослин, що сприяє підвищенню їх урожаю. Середня відносна вологість знаходиться улітку в межах 50-75%.

СФГ «Стародубське» – багатогалузеве господарство, яке в рослинництві спеціалізується на вирощуванні зернових культур – пшениці, ячменю, кукурудзи, гороху, гречки; технічних – Цукрових буряків та соняшнику.

Крім зернових, технічних та кормових культур частину ріллі займають ще овочі, трави та інші культури.

1.2. Характеристика тваринництва

1.2.1. Наявність поголів'я тварин

Протягом останніх років майже не зменшується в господарстві поголів'я сільськогосподарських тварин. Зменшення поголів'я та продуктивності тварин привело в господарстві за останні роки до зниження виробництва тваринницької продукції. (табл. 1.3.)

Таблиця 1.3. – Обсяги виробництва продукції

Показники	Роки		
	2021	2022	2023
Молоко, т	468,63	408,96	412,23
М'ясо, т	120,5	112,6	114,3

Одна з причин незадовільного стану виробництва у тваринництві – відсутність комплексної механізації трудомістких процесів на базі сучасної високотехнологічної техніки. (табл. 1.4.)

Таблиця 1.4. - Рівень механізації виробничих процесів у тваринництві, %

Виробничі процеси	ВРХ	Свині
Доїння корів	96,0	–
Мікроклімат	78,0	79,0
Видалення гною	85,0	82,0
Приготування та роздача кормів	64,0	66,0
Водопостачання по поїння тварин	100	100
Комплексна механізація	84,6	81,75

Результати аналізу господарської діяльності показують, що виникає гостра необхідність впровадження у тваринництві комплексної механізації всіх виробничих процесів. Це в майбутньому дозволить значно поліпшити умови роботи працівників ферм, зменшити собівартість продукції і витрат ручної праці. Комплекс сучасних високопродуктивних машин приведе до підвищення продуктивності тварин та якості продукції, що дозволить зробити виробництво молока та м'яса у СФГ «Стародубське» рентабельним.

1.2.2 Існуюча технологія виробництва та способи утримання тварин

Враховуючи природно-кліматичні умови Полісся, в господарстві для молочних корів і телят в зимовий період використовують прив’язну систему утримання тварин та доїння корів в стійлах. Збирання молока виконується в переносні відра та мобільними доїльними установками (у родильному відділенні).

При доїнні у стійлі відсутні операції по переміщенню корів до місць доїння, у більшій мірі це забезпечує індивідуальний догляд за тваринами. При такому доїнні можливий найпростіший набір технічних засобів, але найбільші затрати праці у зв'язку з наявністю операцій щодо переміщення доїльних апаратів вздовж фронту доїння і транспортування молока до молочної. Навантаження на одного оператора, якщо доїння проводиться у переносні відра, досягає до 12-13 корів в годину.

Влітку молочне стадо виганяють на пасовища або тримають на вигульних майданчиках біля корівників, при доїнні та у нічний час тварин переганяють в корівник. Для худоби на відгодівлі та вирощування молодняку використовують теж прив’язне утримання.

При вирощувані свиней в приміщеннях використовують для кожної свиноматки групові і індивідуальні станки та клітки. Для поросят на дорощуванні клітки і станки. Свині на відгодівлі в зимовий період утримуються у станках в приміщеннях, а влітку на вигульних майданчиках.

1.2.3 План ферми і характеристика тваринницьких приміщень

Тваринницька ферма великої рогатої худоби (рис. 1.1) розміщена біля села на відстані 500 м окремо загородженою територією. На фермі є чотири приміщення на 100 корів (з них два недіючі). Біля приміщення є вигульні майданчики, які з’єднані перегінними коридорами. Також на території ферми знаходиться кормоцех та кормова площадка. Крім того на території розташовано п’ять траншей для зберігання силосу та сінажу, гноєсховище. Тут також знаходиться критий майданчик для грубих кормів та сіна.

На відстані 1,5 км розміщений зерносклад, в якому виконується подрібнення зернових кормів дробаркою ДКМ-5. Проїзди і площадки мають переважно тверде покриття.

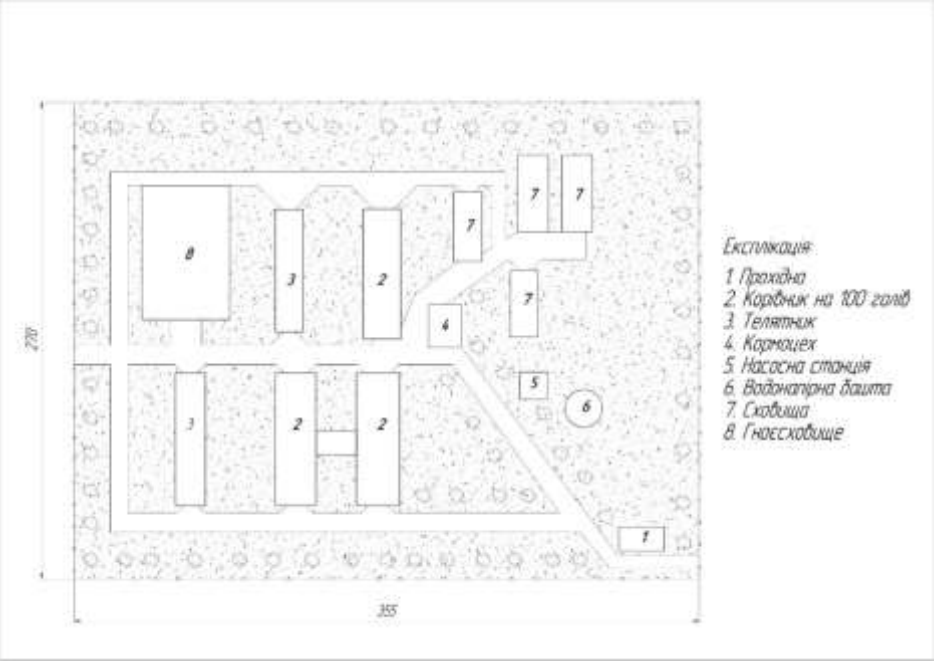

Рис.1.1. Схема генерального плану молочно-товарної ферми:

1.2.4 Кормова база і добові раціони годівлі тварин

Достатня кормова база - головний фактор виробництва високоякісної продукції тваринництва. Розвиток кормової бази повинен вирішуватись по лінії інтенсифікації вирощування основних кормових культур в господарстві (сіно, зерно, кукурудза на силос, зелений корм).

Таблиця 1.5 - Орієнтовна потреба кормів для поголів'я господарства, ц

Корми	Телиці до 1 року	Телиці стар. 1 року	Нетелі	Бички до 1 року	Бички ст.. 1 року	Корови, 820 голів	Всього
Молоко незбиране	84	-	-	84	-	-	84
Молоко ЗНМ	8	-	-	8	-	-	8
Сіно злаково-бобове	211	179	55	211	52	893	1603
Силос кукурудзяний	658	645	146	658	188	2255	4552
Сінаж	141	107	49	141	32	1287	1758
Зелені корми	902	1087	276	902	320	7240	10729
Концкорми	267	88	26	267	25	1558	2233
в т. ч. покупні	32	8	4	32	3,2	492	574
Мінеральні добавки	7,5	10	2	7	3	61	93
Солома	-	59	-	-	17	-	77
Меляса	-	-	-	-	-	270	270

Річна витрата і потреба в кормах розраховані згідно нормативної структури затрат кормів на одиницю виробленої продукції.

Правильна годівля тварин виконується за рахунок її нормування, що забезпечує одержання від тварин продукції при економному використанні кормів.

Норми годівлі складені на основі існуючих рекомендацій та із досвіду роботи передових тваринницьких господарств, а також з врахуванням наявної кормової бази в господарстві.

1.2.5 Стан механізації виробничих процесів у тваринництві

Комплексна механізація всіх виробничих процесів на тваринницьких фермах повинна базуватися на використанні раціональної системи машин, що забезпечує водопостачання і напування тварин, заготівлю, транспортування і приготування кормів, їх роздачу, видалення гною із тваринницьких приміщень і транспортування його до місця зберігання. В господарстві технічне забезпечення знаходиться у складному стані, вирішено питання механізації окремих процесів але техніка морально та фізично застаріла.

Приготування та роздавання кормів. Корми іноді згодовуються в роздільному вигляді, без ефективного змішування та утворення однорідних сумішок. Концентровані корми при цьому роздуваються вручну з використанням гужового транспорту та ручних візків, чим збільшуються затрати праці на виробництво продукції тваринництва.

Впровадження мобільного кормоприготувального агрегату на базі змішувача-подрібнювача дозволило готувати високоякісну кормову суміш згідно раціону і суміщати процес роздавання кормів, а також підвищити продуктивність тварини і значно скоротити витрати кормів та людської праці.

Для роздавання також використовується кормороздавач КТУ-10, який вже відпрацював свій термін використання і ненадійні в експлуатації.

Гноєприбирання. На фермі використовують гноєприбиральні транспортери КСГ-7 –6 шт. Потрібно виконати ремонт гноєві канали та замінити похилі транспортери.

Водопостачання. Водопровідна мережа ферми зношена на 50%, що призводить до великих втрат води та відмови у забезпеченні водою всіх приміщень. У клітках для телят відсутні місткості для води.

Доїння корів. На фермі застосовують доїльні установки для доїння у відра (200 голів). Ці установки знаходяться у задовільному стані, але потребують обслуговування і ремонту.

Первинна обробка молока. Для охолодження молока використовується танк-охолоджувач в корівнику місткістю 2 м3.

Стійлове обладнання. Фронтальні та бокові перегородки в нормальному стані, але підлога стійл на половині площі має непридатне покриття.

Приміщення. У тваринницьких приміщеннях виконано ремонт та використовуються працездатні засоби механізації.

1.3 Обґрунтування теми роботи

На основі аналізу виробничої діяльності тваринницької ферми СФГ «Стародубське» можна зробити висновок, що господарство має резерви для зменшення витрат виробництва і собівартості молока та покращення його якості.

Найкращими шляхами підвищення ефективності виробництва є підвищення продуктивності корів, їх повноцінна годівля і напування, які забезпечується ефективним приготуванням і роздаванням якісних кормів та стабільним водопостачанням і зручним напуванням, а також отримання молока високої якості та його місцева переробка на кінцеві продукти.

В зв’язку з цим в магістерській роботі потрібно виконати технологічні розрахунки комплексної механізації виробничих процесів на молочно-товарній фермі, обґрунтувати перелік сучасних засобів механізації, а також дослідити процеси доїння, первинної обробки та переробки молока і виявити недоліки, що дасть можливість покращити процес отримання кінцевої продукції на фермі.

2. КОМПЛЕКТ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ НА МТФ

Під комплексною механізацією в тваринництві треба розуміти систему таких інженерно-технологічних заходів, в результаті втілення яких збільшується продуктивність тварин, полегшується праця робітників, знижується собівартість продукції.

2.1. Технологія утримання та розрахунок структури поголів'я.

На проектованій фермі приймаємо прив'язне утримання худоби, при якому тварини взимку перебувають у приміщеннях з обов'язковим моціоном на вигульних майданчиках, а влітку – на вигульно-кормових дворах або в літньому таборі чи пасовищі. Цей варіант утримання краще враховує індивідуальні особливості тварин, сприяє раціональному використанні кормів і може забезпечити більшу продуктивність. Прив'язне утримання поширене на фермах усіх виробничих напрямків і безумовно переважає на усіх молочнотоварних [18]. При цьому кожна тварина має своє стійло, в якому її фіксують або вона самофіксується за допомогою відповідного обладнання.

Стійла оснащуються годівницею, напувалкою та гнойовою канавкою. Стійла в приміщенні розміщують повздовжніми паралельними рядами. У типових корівниках стійла обладнують уздовж приміщення в два або чотири ряди.

Корми тваринам роздають пересувними кормороздавачами, при цьому ширина кормового проходу повинна бути не менше 2 м. Гній видаляють транспортерами і вивантажують у тракторні причепи. У корівниках такого типу застосовують доїння у молокопровід. Новонароджені телята до 20 денного віку знаходяться в індивідуальних клітках КИТ 00.000.01 профілакторію родильного відділення. Потім їх утримують в групових станках ОСТ–Ф–32.

Приймаємо наступну структуру поголів'я. (табл. 2.1.)

Таблиця 2.1. - Структура поголів'я

Групи тварин	Коефіцієнти	Кількість тварин
Корови дійні	0,75	150
Корови сухостійні	0,15	30
Корови в родильному відділенні	0,10	20

2.2.Генеральний план ферми.

Розробку генерального плану починаємо із визначення ділянки для ферми відповідно до перспектив розвитку господарства і, зокрема, галузі тваринництва.

Від вибору ділянки та правильного розміщення на ній приміщень та споруд залежить простота і зручність виконання технологічних процесів, створення відповідальних санітарно-гігієнічних умов для обслуговуючого персоналу, успішність вирішення запланованих виробничих завдань. Ця ділянка повинна відповідати певним виробничим і санітарно-зоотехнічним вимогам.

Площа земельної ділянки форми, м2.

$$F = M \cdot f, \text{ м}^2 \qquad (2.1.)$$

де M – поголів'я, чол.

f – норма площі $м^2$/чол. [10].

$$F = 200 \cdot 200 = 40000 \text{ м}^2$$

При розрахунку розмірів земельної ділянки співвідношення його ширини та довжини повинно забезпечувати найбільш компактне розміщення всіх елементів ферми з дотриманням зоогігієнічних нормативів для тваринницьких об'єктів.

При співвідношенні ширини B до довжини L, як 1:1,4;

$$B = 0{,}85 \cdot F, \qquad (2.2.)$$

$$L = 1{,}4 \cdot B, \qquad (2.3.)$$

$$B = 0{,}85 \cdot 200 = 170 \text{ м},$$

$$L = 1.4 \cdot 200 = 280 \text{ м}.$$

Для утримання тварин приймаємо виробничі приміщення: 2 корівники на 100 голів ТП 801-703 розмірами 78х21х3,5м; родильне відділення на 48 голів ТП 801-337 розмірами 36х21х3,4м; молочний блок ТП 801-126 (13х12м)

Розрахунок елементів кормової зони та для зберігання гною зводиться до визначення розмірів та кількості сховищ різноманітного призначення згідно добових раціонів та структури поголів'я. (табл. 2.2.)

Таблиця 2.2. - Добові раціони годівлі тварин в зимовий період

Групи тварин	Кількість корму, кг				
	сіно	солома	силос	коренеплоди	концкорми
Корови дійні	2,0	3,0	26,0	10,0	2,5
Корови сухостійні	2,0	2,0	22,0	8,0	1,5
Корови в родильному відділенні.	2,0	2,0	20,0	4,0	2,5

$$V_c = \sum \frac{m_i \cdot q \cdot Д}{\gamma \cdot \eta} \cdot к, \qquad (2.4.)$$

Загальна кількість траншей для силосу, м3.

де mi – кількість тварин виробничої групи, гол.

q – добова норма видачі корму кг/гол. (згідно раціону).

Д – розрахункова кількість днів годівлі.

γ – об'ємна маса корму (для кукурудзяного силосу 600-650 кг/м3

η – коефіцієнт використання об'єму сховища (η = 0,8).

$$V_c = \frac{(26 \cdot 150 + 22 \cdot 30 + 20 \cdot 30) \cdot 220}{0{,}8 \cdot 600} \cdot 1{,}15 = 2705{,}6 м^3$$

к – коефіцієнт вираховування втрат корму (к = 1,15).

$$F_c = \frac{V_c}{H_c}, \qquad (2.5)$$

де Нс – висота сховища. Нс = 3-,05 м

$$F_c = \frac{2705{,}6}{3} = 900 м^2,$$

Нижню межу висоту сховища встановлюють для скорочення відходів за рахунок зниження відкритої поверхні корму до його маси, верхня обмежується можливостями навантажувача.

Загальна довжина усіх сховищ силосу, м.

$$L_c = \frac{F_c}{B_c}, \qquad (2.6)$$

Вс – ширина сховища силосу Вс = 6-12м

Ширина траншеї повинна бути достатньою для розміщення засобів механізації. З іншого боку вона не повинна бути занадто великою, щоб товщина зрізуємого шару корму кожного дня була не меншою ніж 0,3 м. В = 10 м.

$$n_c = \frac{L_c}{l_0}, \qquad (2.7)$$

Кількість траншей.

де l0 – довжина однієї траншеї.

$$L_c = \frac{900}{10} = 90 м,$$

Довжина однієї траншеї повинна бути обмеженою та кратною 6м (стандартна довжина секції), щоб забезпечити її заповнення при закладці не більше ніж за 3 дні для отримування високоякісного силосу l0 = 48м.

$$n_c = \frac{90}{48} = 1{,}88,$$

Приймаємо дві траншеї розмірами 10х48м.

Розмірами зерноскладу, коренеплодосховища, сіносховища, скирт соломи та гноєсховища. Визначаємо аналогічно використовуючи відповідно нормативи.

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. - Розміри сховищ на фермі

Сховища	Кільк	Розміри, м		
		довжина, L	ширина, В	висота, Н
Зерносклад	1	12	8	4
Коренеплодосховище	1	24	20	2
Сіносховище	1	24	12	5
Гноєсховище	1	70	15	2
Скирта соломи	1	60	8	5

На плані ферми наносимо також насосну станцію (4х4) водонапірну башту (діаметр 3м), автоваги (6х6м), трансформаторну підстанцію (2х2м), ветпункт. Біля головного в'їзду на ферму обладнується ветсанпропускник з бар'єром. На генеральному плані вказуємо сторони світу, розу вітрів , дороги, огорожу. Зелені насадження.

2.3. Лінія приготування і роздачі кормів.

Операції по приготуванню кормів дуже пов'язані між собою за продуктивністю та часом виконання. Вихідними даними для розрахунків є структура та чисельність виробничих груп тварин, раціон годування, організація праці на фермі.

Проектований комплекс машин може забезпечити високу продуктивність тварин тільки у тому разі, якщо якість приготованих кормів буде відповідати зоотехнічним вимогам. Недодержання цих вимог в умовах виробництва неприпустиме, так як приведе до економічного збитку. В концкормах кількість мінеральних домішок припускається для корів не більше 0,7%. Модуль помелу повинен бути для корів в межах 1...2,6 мм.

Коренеплоди мити та подрібнювати можна не більш ніж за 1,5 години до годування. Залишкова забрудненість після мийки не повинна перевищувати 2% маси чистих кормів. Товщина стружки для корів повинна бути в межах 10...15 мм.

Солома та сіно при окремому годуванні подрібнюється для корів до 50 мм. При змішуванні грубих кормів з соковитими готують дрібну різку соломи – 10...15 мм з метою підвищення якості суміші.

Оцінка якості змішування кормів визначається величиною відхилення контрольного компоненту в пробах суміші від теоретичної величини в процентах: до 8% – добра кормосуміш, 8...10% – задовільна, 10...15% – не досить задовільна, більше 15% – погана.

Технологічна схема обробки кормів повинна забезпечити високу якість кормосуміші, враховуючи умови утримання корів у господарстві “Свіга”.
В наведеній схемі обґрунтовуються види та послідовність операцій. Вибраний варіант кормоприготування повинен забезпечувати високу якість кормосуміші.

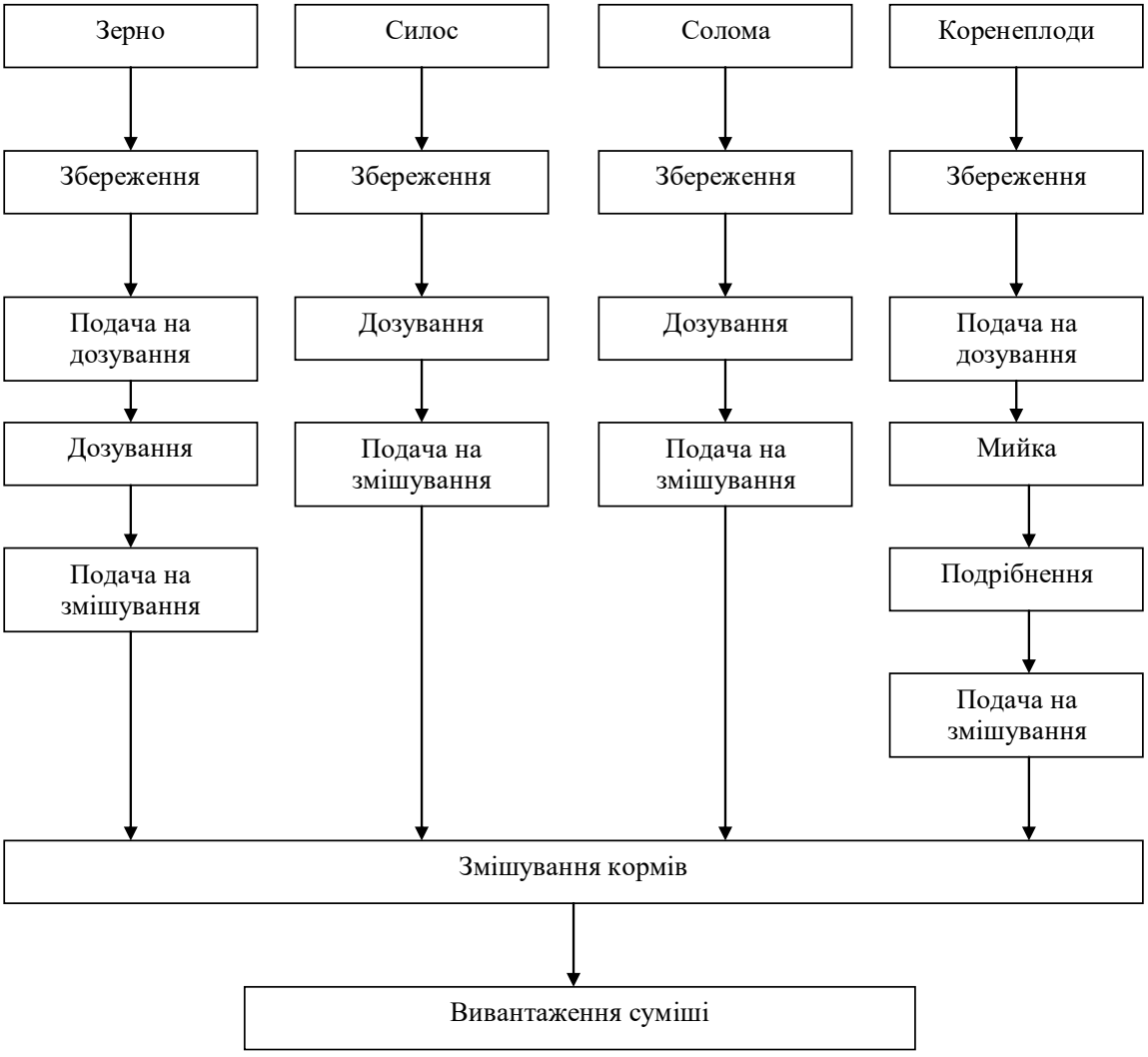

Рис. 2.1. Технологічна схема обробки кормів

Добова продуктивність окремої технологічної лінії, т/доб:

$$Q_i^{доб.} = \frac{q_1 m_1 + q_2 m_2 + \ldots + q_n m_n}{1000}, \qquad (2.8)$$

де q1, q2 ... qn – добова норма споживання кормового компоненту 1,2,...,n видом тварин, кг;

m1, m2… mn – чисельність поголів'я 1,2, ... n виробничих груп тварин, гол.

Лінія концкормів:

$$Q_{к.}^{доб.} = \frac{(25 \cdot 180 + 1{,}5 \cdot 30)}{1000} = 1{,}25 т / доб.,$$

Попередня годинна продуктивність окремої технологічної лінії, т/год.:

$$Q_i^{год} = \frac{Q_i^{доб}}{T}, \quad (2.9)$$

де Тл – попередній час роботи технологічної лінії на добу, год. (Тл=5...8 год.)

Лінія концентратів:

$$Q_{кон}^{год} = \frac{1{,}25}{8} = 0{,}16 т / год.,$$

Для коренеплодів, силоса, соломи розрахунок аналогічний. Результати розрахунків зводимо до табл.. 2.4.

Добова продуктивність, т/доб.	силос	концентрати	коренеплоди	солома/сіно
	5,16	1,25	1,82	0,55/0,4
Попередня годинна продуктивність окремої лінії	0,65	0,16	0,23	0,069/0,05

Добова продуктивність ліній змішування, т/доб.:

$$Q_{зм}^{доб} = \sum Q_i^{доб} + Q_{вод}^{доб} \quad (2.10)$$

Попередня годинна продуктивність лінії змішування, т/год.:

$$Q_{зм}^{год} = \frac{Q_{зм}^{доб}}{T}, \quad (2.11)$$

$$Q_{зм}^{год} = \frac{9{,}18}{8} = 1{,}15 т / год.$$

$$Q_{зм}^{доб} = 5{,}16 + 1{,}25 + 1{,}82 + 0{,}55 + 0{,}4 = 9{,}18 г / доб.$$

Об'єм завальних ям для зерна та коренеплодів:

$$V = \frac{Q_i^{доб}}{\gamma \cdot_з \eta \cdot к_з}, \quad (2.12)$$

де η – коефіцієнт заповнення;

кз – кратність підвозу корму на добу

Для зерна:

$$V_з = \frac{1,25}{0,9 \cdot 1 \cdot 0,65} = 2,1м^3;$$

Для коренеплодів:

$$V_з = \frac{1,82}{0,8 \cdot 1 \cdot 0,68} = 3,3м^3;$$

2.3.1. Розрахунок і підбір комплексу машин

Підбір машин робиться у відповідності з прийнятою схемою обробки кормів (рис. 2.1.) та результатами розрахунків загальних технологічних показників. При комплектуванні як окремих ліній, так і в цілому кормоцеху необхідно забезпечити високу якість приготованих кормів при мінімальній кількості машин. Ускладнення та не оправдане насичення засобами механізації може призвести до удорожчення кормоцеху та зниження його економічної ефективності. Як показує практика на фермах невеликим поголів'ям доцільно використовувати універсальні машини, що дає змогу зменшити ціну і площу кормоцеху. По показникам доцільно об'єднувати зерно і сіно (солому) та силос і коренеплоди.

2.3.2. Лінія обробки зерна і соломи.

Побудову лінії необхідно починати з вибору базової машини – дробарки зерна і соломи. Візьмемо дробарку ДКУ-1.

$$Q_д^{год} = Q_н^{год} \cdot k_м \cdot k_w, \qquad (2.13)$$

де Qн – годинна продуктивність дробарки при модулі помелу M=1,0 мм.

та вологості зерна W=14%, т/год.;

km – виправний коефіцієнт за модулем помелу (табл..2.3.)

kw – виправний коефіцієнт за вологістю зерна.

Таблиця 2.3. - Залежність km від модулю помелу

Модуль помелу М, мм	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,0
Коефіцієнт km	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,8

Коефіцієнт km враховує вплив вологості подрібненого зерна на продуктивності дробарки:

$$k_w = \frac{1}{1 + 0,07(W - 14)} \qquad (2.14)$$

де W – вологість зерна, %.

Приймаємо = 1,2 звідси

Qдгод = 1,2·1·0,9346 = 1,12 т/год.

$$k_w = \frac{1}{1+0{,}07(15-14)} = 0{,}9346$$

Подрібнення соломи

Фактична продуктивність подрібнення соломи залежить від довжини різки подрібнювального матеріалу.

$$Q_ф^{год} = 0{,}1 Q_н^{год} \cdot l \qquad (2.15)$$

де Qф – ефективність подрібнювача т/год.

Qн – продуктивність подрібнювача при середній довжині різки 10мм, т/год;

l – довжина різки, мм (вибирається у відповідності з зоотехнічними вимогами).

$$Q_ф^{год} = 0{,}1 \cdot 0{,}7 \cdot 10 = 0{,}7 т/год$$

2.3.3. Лінія обробки силосу та коренеплодів:

Подрібнення силосу

Фактична продуктивність подрібнення силосу залежить від довжини різки подрібнюваного матеріалу.

$$Q_ф^{год} = 0{,}1 Q_н^{год} \cdot l \qquad (2.16)$$

де Qф – ефективність подрібнювача т/год.

Qн – продуктивність подрібнювача при середній довжині різки 10мм, т/год;

l – довжина різки, мм (вибирається у відповідності з зоотехнічними вимогами КРС=10...15).

$$Q_ф^{год} = 0{,}1 \cdot 4{,}4 \cdot 10 = 4{,}4 т/год.$$

Продуктивність базової машини-подрібнювача коренеплодів залежить від товщини стружки, на яку регулюється подрібнювальний апарат, т/год.

$$Q_ф^{год} = 0{,}1 Q_н^{год} \cdot b \qquad (2.17)$$

де Qфгод – продуктивність подрібнювача при товщині стружки 10мм, т/год.

b – товщина стружки у відповідності з зоотехнічними вимогами, мм.

Лінія обробки коренеплодів повинна враховувати операцію мийки або сухого очищення коренів перед подрібнюванням, якщо забрудненість перевищує 2% маси корму.

$$Q_ф^{год} = 0{,}1 \cdot 5 \cdot 6 = 3 т/год.$$

Приймаємо барабанно-шнекову мийку БШМ-3 продуктивністю 3 т/год.

За базову машину-подрінювач приймаємо ИКВ-5А «Волгарь-5». Проте ця машина використовується лише в сезон при подрібненні коренебульбоплодів.

Процес доподрібнення силосу суміщується з процесом приготування кормової сумішки в міксері.

2.3.3. Приготування кормових сумішок:

Для приготування розсипчастих кормових сумішей з добавленням збагачувальних добавок можемо прийняти мобільний кормоприготувальний агрегат на базі змішувача-подрібнювача-роздавача KUHN Euromix 1 - 870 об’ємом 8 $м^3$.

Транспортними засобами корми підвозяться на ділянку і вивантажуються. Фронтальним завантажувачем порція кожного кормового компонента подається в змішувач-подрібнювач, де контролюється вбудованим ваговим пристроєм.

В якості збагачуючих добавок використовують водяний розчин карбаміду, варена сіль, премікси.

Приготування кормової суміші в міксері відбувається протягом 10-15 хв, за цей час він доїжджає до тваринницького приміщення і переключається на дозовану видачу корму по фронту годівлі.

Дані про добову потребу в кормах зводять до таблиці, а потім визначається кількість корму на кожний раз годування тварин (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 - Визначення разового роздавання кормів на фермі

Види кормів	Добова потреба в кормах, кг	1 годівля		2 годівля	
		% розданого корму	Кількість розданого корму, кг	% розданого корму	Кількість розданого корму, кг
Грубі корми	500	60	300	40	200
Соковиті корми	8750	60	5250	40	3500
Концентровані корми	750	55	410	45	340
Коренеплоди	3500	40	1400	60	2100
Сінаж	2100	50	1050	50	1050
Всього:	15600	-	8410	-	7190

2.4. Лінія водопостачання та напування тварин.

Продуктивність та стан здоров'я тварин залежить від рівня годівлі, а також від своєчасного забезпечення їх доброякісною водою. Тому при вирішенні проблеми водопостачання ферми обов'язково враховують вимоги до питної води.

Джерело водопостачання ферми – бурова свердловина (трубчастий колодязь). В даному випадку використовується вода глибинних потужних водоносних горизонтів, яка надійно захищена від бактеріального забруднення. Вода в свердловині характеризується сталістю якісних показників та температури, тому вони широко застосовуються для механізованого водопостачання тваринницьких підприємств, незважаючи на значні витрати на їх спорудження.

На основі середньодобових норм споживання і кількості споживачів на фермі визначають добову потребу води:

$$Q_{доб} = \sum_{i=1}^{n} g_i \cdot m_i \qquad (2.18)$$

де gi – середньодобова норма витрат води одним споживачем і=ї групи, л;

mi – кількість споживачів і=ї групи.

$$Q_{доб} = 100 \cdot 200 + 3 \cdot 1500 + 0{,}5 \cdot 1820 + 40 \cdot 10 + 1{,}5 \cdot 100 = 25960 л$$

Споживання води на фермі розподіляється дуже нерівномірно як протягом року так і протягом доби. З урахуванням цього максимальна добова потреба води Qmax доб для ферми становить:

$$Q_{\max доб} = \alpha_д \cdot Q_{доб} \qquad (2.19)$$

а величина максимального споживання води за годину:

де αд, αг – коефіцієнти нерівномірності добового та годинного споживання води, відповідно

$$Q_{год} = \frac{G_{\max год} \cdot \alpha_г}{24}, \qquad (2.20)$$

αд,=1,3;

αг =2-2,5.

$$Q_{\max доб} = 1{,}3 \cdot 25960 = 33696 л$$

$$Q_{год} = \frac{33696 \cdot 2}{24} = 2808 л$$

Для подачі води з глибини 10м і більше застосовують водопідіймальні установки, які опускають в свердловину. Необхідну продуктивність водопідіймального обладнання визначаємо за максимальними витратами води на фермі:

$$Q_H = \frac{Q_{\max доб}}{T_H} \tag{2.21}$$

де – тривалість роботи насоса протягом доби рекомендується приймати не більше 14-16 годин.

$$Q_H = \frac{33696}{8} = 4212 л/год$$

Приймаємо заглибний відцентровий насос ЭЦВ6-7,2-75 з подачею 6,0 м3/год. Потужністю електродвигуна 2,5кВт.

Для узгодження роботи насосної станції з нерівномірним режимом витрат води в системі водопостачання передбачаємо спеціальну водонапірну споруду. Вона створює необхідний запас води і цим підтримує сталий режим роботи водорозбірних пристроїв у період зупинки насоса, при усуненні аварій, гасінні пожежі тощо. Найсучаснішими водонапірними спорудами для тваринницьких підприємств є суцільнометалеві збірно-блокові башти. Вони відзначаються простотою конструкції та експлуатації, надійні в роботі.

Приймаємо збірно-блокову башту БР-15У з місткістю резервуара 15м3.

Для напування корів призначені автонапувалки – спеціальні автоматичні пристрої, за допомогою яких тварини можуть самостійно, без участі людини, споживати воду з водопровідної мережі протягом доби і в потрібній кількості. Автоматизація напування на фермі великої рогатої худоби, сприяє збільшенню на 10-15% надоїв молока. Значно скорочує затрати праці на обслуговування тварин, поліпшує умови їх утримання тощо. Індивідуальні напувалки використовують при фіксованому (прив'язному) утриманні.

Необхідну кількість напувалок ПА-1А розраховуємо за відношенням:

$$n_{an} = \frac{m}{m_1}, \tag{2.22}$$

де m – кількість тварин даної групи голів;

m1 – кількість голів, що обслуговуються однією напувалкою.

Приймаємо автонапувалку ПА-1А розраховану на обслуговування 2 корів.

Тоді m1=2,

Корівник

nап= 200/2 = 100 шт.

Родильне відділення

nап= 48/2 = 24 шт.

Всього 124 автонапувалки ПА-1А.

2.5. Лінія доїння та первинної обробки молока.

Машинне доїння істотно полегшує і підвищує продуктивність праці тваринників, створює передумови для одержання високосортного молока, особливо при доїнні в молокопровід. При доїнні у стійлах можна у 4-5 разів знизити затрати праці порівняно з ручним варіантом. Одержане молоко менше контактує з навколишнім середовищем послідовно проходить первинну обробку (очищення, охолодження), завдяки чому менше забруднюється бактеріологічно та механічними домішками, довше зберігає свою якість.

Технологічний розрахунок лінії доїння для автоматизованих установок визначаємо продуктивність оператора за основний час, гол./год.

$$Q_0 = \frac{3600}{t_p}, \tag{2.23}$$

де tp – сумарний час основних ручних операцій при машинному доїнні, tp=95с/гол.

$$Q_0 = \frac{3600}{95} = 38 гол/год.,$$

Продуктивність оператора за зміну враховує також додатковий час за допоміжні операції, гол/год.

$$Q_{зм} = Q_0 \cdot \left(\frac{3600}{3600 + t_д \cdot Q_0} \right) \tag{2.24}$$

де tд – час ручних робіт на допоміжні операції на одну корову, tд =25с.

$$Q_0 = 38\left(\frac{3600}{3600 + 25 \cdot 38} \right) = 30 гол/год.,$$

Продуктивність доїльної установки за основний час.

$$Q_y = Q_0 \cdot n \tag{2.25}$$

де n – число доярів на одну установку, люд. n=2-3.

$$Q_y = 38 \cdot 2 = 76 гол/год.$$

Розрахункове поголів’я, що обслуговується технологічної групи тварин (ТД=2,2...2,5г)

m = 76·2,5=190 гол.

$$k_y = a \cdot \frac{m_0}{m}, \tag{2.26}$$

Потрібна кількість доїльних установок визначається за формулою:

де m0 – поголів'я корів, m0=200гол.

а – частка дійних корів у структурі череди (а=0,75)

$$k_y = 0{,}75 \cdot \frac{100}{190} = 2 установки,$$

Фактичне поголів'я тварин, що доводиться на 1 доїльну установку:

$$m_ф = \frac{a \cdot m_0}{k_y \cdot ф} = \frac{0{,}75 \cdot 100}{1} = 75 голів \tag{2.27}$$

Основний час одноразового доїння корів на доїльній установці визначається із умови:

$$T_{ДО} = \frac{m_ф}{a_y} = \frac{75}{38} = 1{,}97 год \tag{2.28}$$

Змінний час доїння корів на доїльній установці дорівнює:

$$T_{ДЗ} = T_{ДО} + \frac{m_ф \cdot t_д}{3600 \cdot n} \tag{2.29}$$

$$T_{ДЗ} = 1{,}97 + \frac{75 \cdot 15}{3600 \cdot 2} = 2{,}13 год.$$

Продуктивність доїльної установки за зміну визначається за формулою:

$$Q_{у.з.} = \frac{m_ф}{T_{ДЗ}} \tag{2.30}$$

$$Q_{у.з.} = \frac{75}{2{,}13} = 35{,}21 гол/зм. \approx 35 гол/зм.$$

Таблиця 2.5. - Показники лінії доїння

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Значення
1.	Поголів'я, що обслуговується	чол.	200
2.	Марка доїльної установки		АДМ-8А-1
3.	Кількість доїльних установок	шт.	2
4.	Поголів'я, що обслуговується 1-ою обстановкою	гол.	75 (100)
5.	Число доярів на 1-у установку	люд.	2
6.	Загальне число доярів	люд.	4

7.	Продуктивність дояра за основний час	гол/год	38
8.	Змінна продуктивність дояра	гол/год	30
9.	Продуктивність доїльної установки за основн. час	гол/год	76
10.	Змінна продуктивність доїльної установки	гол./зм.	35
11.	Число апаратів на 1-го дояра	шт.	3

Технологічний розрахунок лінії первинної обробки молока.

$$Q_д = \frac{Q_у \cdot k \cdot k_0 \cdot k_у}{Д \cdot d}, \tag{2.32}$$

Визначаємо годинну продуктивність лінії доїння.

де k0 – коефіцієнт нерівномірності надою по сезонах (1,2...1,5);

$$Q_д = \frac{114 \cdot 4600 \cdot 1{,}5 \cdot 1}{310 \cdot 3} = 845{,}8 кг / год,$$

Д – число днів доїння корови в рік (Д=300...310).

Вибираємо молочні ваги марки СМИ-250 устаткування для очищення молока ОМ-1.

Визначаємо продуктивність лінії обробки молока:

$$Qм = Q0 \cdot n; \tag{2.33}$$

$$Qм = 1000 \cdot 1 = 1000 \text{ кг/год};$$

де Q0 – продуктивність очисника, кг/год.

n – кількість очисників.

Тривалість Т0 роботи очисника молока без зупинки до розбирання визначають за формулою:

$$T_0 = \frac{100 \cdot V_{гр} \cdot \gamma}{Q_0 \cdot p}, \tag{2.34}$$

де Vгр – ємність для накопичення бруду, л;

γ – густина молока, γ = 1,029 кг/л;

$$T_0 = \frac{100 \cdot 1 \cdot 1{,}029}{1000 \cdot 003} = 3{,}43,$$

р – відсоток відкладення сепараторного слизу, Р=0,039

Визначаємо різницю часу початку роботи лінії доїння й обробки молока:

$$\Delta T = T_{ДО} \cdot \left(1 - \frac{Q_Д}{Q_М}\right) + 0{,}2, \tag{2.35}$$

$$\Delta T = 1{,}3 \cdot \left(1 - \frac{845{,}8}{1000}\right) + 0{,}2 = 0{,}4 год.,$$

а об’єм зрівнювального бака визначаємо:

$$V_б = \frac{Q_Д \cdot T_{ДО}}{\gamma \cdot \eta} \cdot \left(1 - \frac{Q_Д}{Q_М}\right) + \frac{0{,}25 \cdot Q_М}{\gamma \cdot \eta}, \quad (2.36)$$

$$V_б = \frac{845{,}8 \cdot 1{,}3}{1{,}029 \cdot 0{,}9} \cdot \left(1 - \frac{845{,}8}{1000}\right) + \frac{0{,}25 \cdot 1000}{1{,}029 \cdot 0{,}9} = 448{,}1л,$$

Вибираємо марку молокоприймального бака БМ-600, марка насоса 36 МЦ-4-12.

Визначаємо робочу поверхню охолоджувача і числа пластин:

– у зимовий час (охолодження холодною водою):

$$F_б = \frac{Q_м \cdot c \cdot (t_1 - t_2)}{3600 \cdot k \cdot \Delta t_{ср}} \quad (2.37)$$

де с– теплоємність молока, с = 3,8 кДж/кг ˚С;

t1 – початкова температура молока, =35˚С

t2 – кінцева температура після охолодження, =8˚С;

k – коефіцієнт теплопередачі, =1,2 кВТ/м2·˚С.

Δtср – середня арифметична різниця температур між водою і молоком, = 9...11˚С

$$F_б = \frac{1000 \cdot 3{,}8 \cdot (8 - 3)}{3600 \cdot 1{,}2 \cdot 8} = 0{,}51м^2$$

– у літню пору:

$$F_б = \frac{1000 \cdot 3{,}8 \cdot (35 - 8)}{3600 \cdot 1{,}2 \cdot 11} = 2{,}2м^2$$

Визначаємо кількість пластин у секціях охолодження водою і розсолом

$$z = \frac{F_б \cdot P_р}{f}, \quad (2.38)$$

де f– площа робочої поверхні однієї пластини, м2, =0,043м2;

$$z = \frac{2{,}2 \cdot 0{,}51}{0{,}043} = 6{,}3 \approx 7шт.,$$

Марка пластинчатого охолоджувача ОМ-1

Визначаємо необхідну холодопродуктивність лінії охолодження:

$$Q_х = \frac{Q_Д \cdot c \cdot (t_1 - t_2) \cdot T_{ДО} \cdot k_п}{T_{ДО} + T_Н}, \quad (2.39)$$

де ТН – час попереднього наморожування, ТН = 2...3 год.

kn – коефіцієнт витрат холоду, kn = 1,1...1,4 год.

$$Q_x = \frac{845{,}8 \cdot 3{,}8 \cdot (35-3) \cdot 1{,}3 \cdot 1{,}4}{1{,}3+3} = 43531{,}6 кДж / год.,$$

Марка холодильної установки УВ-10-01

Необхідна сумарна ємність резервуарів-термосів визначають з умови:

$$Рт = QД \cdot ТДО \cdot kT; \quad (2.40)$$

де kT – коефіцієнт запасу, kT =1,1;

$$Рт = 845{,}8 \cdot 1{,}3 \cdot 1{,}1 = 1209{,}5 \text{ кг};$$

Марка резервуара-термоса для збереження молока – РМВЦ-2, марка автомобільної цистерни – АЦПТ-1,7

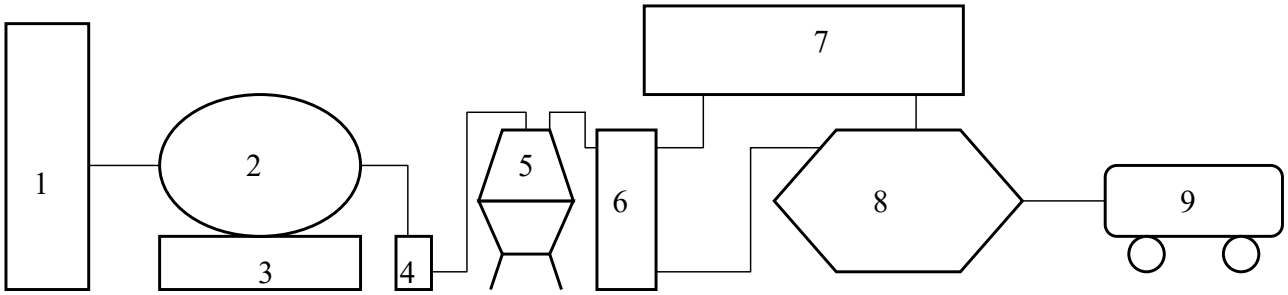

Рис. 2.2.Технологічна схема доїння й первинної обробки молока
1.Установка АДМ8-А. 2. Бак БМ-600. 3. Ваги СМИ-250. 4.Насос 36 МЦ-4-12. 5.Очисник молока ОМ-1. 6.Охолоджувач молока ОМ-1. 7. Холодильна установка УВ-10-01. 8.Резервуар РМВЦ-2. 9.Цистерна АЦПТ-1,7.

2.6. Лінія видалення гною.

Своєчасне прибирання тваринницьких приміщень та видалення гною, ефективне використання його – одна з важливих народногосподарських проблем, значення якої зростає залежно від удосконалення технічного оснащення ферми , підвищення вимог до санітарно-гігієнічних умов утримання тварин, а також до якості продукції, що виробляється.

Добова трудомісткість чистки станків, люд·год.:

$$S = \sum c_i \cdot b_i \cdot m_i \quad (2.41)$$

Де ci – питома трудоємкість, люд.·год.;

bi – кратність чистки станків;

mi – поголів'я 1-го виду тварин, гол.

$$S = 0{,}016 \cdot 2 \cdot 180 + 0{,}020 \cdot 3 \cdot 20 = 6{,}86 люд / год.$$

Маса гною, видалена за одне прибирання одним транспортером:

$$C_{раз} = \frac{q_г \cdot m_T}{b} \cdot K_H \quad (2.42)$$

де qг – добовий вхід гною від однієї тварини, кг;

mт – поголів'я тварин, які обслуговуються одним транспортером, гол;

КН – коефіцієнт нерівномірності виходу гною.

$$C_{раз1} = \frac{55 \cdot 90}{2} \cdot 1{,}1 = 2718{,}1кг$$

$$C_{раз2} = \frac{55 \cdot 20}{3} \cdot 1{,}1 = 402{,}9кг$$

Пологове приміщення:

Тягове зусилля транспортера, необхідне для переміщення цієї маси гною, Н:

$$F = \left(G_{тр} + G_{раз}\right) \cdot g \cdot f \quad (2.43)$$

де Gтр – маса ланцюга транспортера, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с2;

f – коефіцієнт тертя.

$$G_{тр} = l_к \cdot Z_л \quad (2.44)$$

де lк – довжина гнойового каналу транспортера, м;

Zл – маса 1м ланцюга з скрепками, кг/м.

$$G_{тр} = 150 \cdot 4{,}9 = 735кг$$

Корівник на 100 голів:

$$F_1 = \left(735 + 2718\right) \cdot 9{,}8 \cdot 1{,}1 = 37223H;$$

Зусилля перевищує номінальне значення зусилля транспортера КСГ-7 (ТСН-160), яке дорівнює 20000 Н. у даному випадку чистка станків припустима лише при роботі транспортера.

Тривалість роботи транспортера за час однієї чистки:

корівник на 200голів:

$$T_T = T_ч + \frac{l_к}{3600 \cdot V_T}, \quad (2.45)$$

де Тч – тривалість чистки станків;

$$T_ч = M \cdot C \quad (2.46)$$

Vт – швидкість руху ланцюга транспортера, м/с.

де М – норма обслуговування тварин, гол./люд;

С – питома трудоємкість, люд·год/год.

$$T_T = \frac{80}{3600 \cdot 0{,}18} = 0{,}12 год.$$

родильне відділення:

$$T_ч = 50 \cdot 0{,}016 = 0{,}8 год.$$

$$T_{T1} = 0{,}8 + \frac{150}{3600 \cdot 0{,}18} = 1{,}03 год.$$

Для транспортування гною до гноєсховища обираємо агрегат – трактор ЮМЗ-6Л + тракторний причеп 2ПТС-4-785Н.

2.7. Лінія мікроклімату тваринницьких приміщень.

Значну частину року більшість тварин знаходяться в приміщеннях. У зв'язку з цим в тваринницьких приміщеннях необхідно створювати мікроклімат фізіологічного комфорту, який би сприятливо впливав на стан здоров'я, їх продуктивність та якість продукції. Відхилення параметрів мікроклімату від фізіологічно зумовлених норм послаблює опірність тварин до захворювань, сприяє зниженню надою молока на 10-20%, потребує додаткових витрат кормів. Погіршення мікроклімату скорочує також термін експлуатації тваринницьких приміщень та їх технологічного обладнання. Основною частиною заходів по забезпеченню оптимального мікроклімату є вентиляція та опалення приміщень. Вентиляція призначена для видалення з приміщення загазованого вологого повітря і заміни його чистим зовнішнім.

Годинний обмін повітря в приміщенні на 200 корів по вмісту вуглекислоти м3/год.

$$C = 142 \cdot 1{,}03 = 146 \quad (2.47)$$

де С – кількість вуглекислого газу, що виділяється однією тварино ,л /год;

m – кількість тварин у приміщенні, гол;

С1 – допустима норма вуглекислого газу у приміщенні, л/м3

С2 – вміст вуглекислого газу у зовнішньому повітрі, л/м3;

$$C = C_0 \cdot k_c \quad (2.48)$$

де С0 – кількість вуглекислого газу, що виділяється однією твариною , за базового режиму (температура 10˚С, відносна вологість 70%);

kc – коефіцієнт вуглекислого газу.

$$C = 142 \cdot 1{,}03 = 146$$

Годинний обмін повітря по вмісту вологи, м3/год;

$$L_в = \frac{W \cdot M \cdot k_n}{d_1 - d_2} \tag{2.49}$$

$$L = \frac{146 \cdot 180}{2,5 - 0,3} = 11945 м^3 / год$$

де W – кількість водяної пари, що виділяється однією твариною, г/год.;

kn – коефіцієнт, що враховує додаткове випаровування вологи з підлоги, напувалок та ін.

d1 – допустима норма вмісту водяної пари в повітрі приміщенні, г/м3;

d2 – вміст водяної пари у зовнішньому повітрі.

$$W = W_0 \cdot k_w \tag{2.50}$$

де W0 – кількість водяної пари, що виділяється однією твариною на базовому режимі;

kw – коефіцієнт водяної пари.

$$W = 455 \cdot 0,98 = 446 г / год$$

$$d_1 = \frac{Y_в \cdot d_н}{100} \tag{2.51}$$

$$d_1 = \frac{70 \cdot 8,5}{100} = 6,0 г / м^3$$

Де Yв – оптимальна відносна вологість повітря в приміщенні, %

dн – вміст вологи у насиченому повітрі для оптимальної температури в приміщенні, г/м3.

Yз – відносна вологість зовнішнього повітря, %;

dз – вміст вологи у насиченому зовнішньому повітрі.

$$d_2 = \frac{Y_з \cdot d_з}{100} \tag{2.52}$$

$$d_2 = \frac{80 \cdot 2,2}{100} = 1,8 г / м^3$$

Для подальших розрахунків обираємо із отриманих результатів Lв і Lс більші Lв =21025 м3/год.

$$L_в = \frac{446 \cdot 180 \cdot 1,1}{6,0 - 1,8} = 21025 м^3 / год$$

У перехідний період (весна, осінь) доцільно використовувати пасивну вентиляцію. Для цього періоду годинний обмін повітря у 2 рази перевищує розрахункові:

L1 = 2·L = 2·21025 = 42050 м3/год.

За пасивної вентиляції обмін повітря відбувається внаслідок різниці температур всередині і зовні приміщення. Швидкість руху повітря в каналах, м/с.

$$U = 2{,}2 \cdot \sqrt{\frac{h \cdot (t_в - t_з)}{273}} \tag{2.53}$$

де h – висота витяжного каналу, м;

tв – температура повітря у приміщенні, ˚С

tз – температура зовнішнього повітря, ˚С.

$$U = 2{,}2 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot (8-4)}{273}} = 0{,}5 м/с$$

Сумарний перетин витяжних каналів, м2.;

$$F = \frac{L_1}{3600 \cdot U} = \frac{42051}{3600 \cdot 0{,}5} = 23{,}3 м^2 \tag{2.54}$$

Кількість витяжних каналів, шт.

$$n = \frac{F}{f} \tag{2.55}$$

де f – площа перетину одного каналу, м2.

$$n = \frac{23{,}3}{1} = 23{,}3 шт. \approx 23 шт.$$

В зимовий період сумарна продуктивність вентиляторів приймається з урахуванням підсмоктування повітря на 5 % більше розрахункового обміну повітря.

$$H_м = \sum \zeta \cdot \frac{\rho \cdot U^2}{2} \tag{2.56}$$

де Σζ – загальний коефіцієнт місцевих опорів:

$$H_T = \frac{0{,}02 \cdot 1{,}25 \cdot 14^2 \cdot 50}{0{,}5 \cdot 2} = 245 Па$$

$$d = \frac{1}{53} \cdot \sqrt{\frac{18396}{2 \cdot 14}} = 0{,}5 м$$

$$H_м = 1{,}2 \cdot \frac{1{,}25 \cdot 14}{2} = 147 Па$$

$$H_s = 245 + 147 = 392 Па$$

Згідно даних розрахунку L2 і HS вибираємо 2 відцентрові вентилятори Ц4-70N8/

Потужність приводу вентилятора:

$$N_{П} = \frac{L_B \cdot H_S}{3{,}6 \cdot 10^6 \cdot \eta} \quad (2.57)$$

де LB – продуктивність одного вентилятора, м3/год.

η – ККД вентилятора.

$$N_{П} = \frac{9200 \cdot 392}{3{,}6 \cdot 10^6 \cdot 0{,}4} = 2{,}5 кВт$$

Потужність двигуна:

$$N_д = Nn \cdot K1 \quad (2.58)$$

де K1 – коефіцієнт запасу.

$$N_д = 2{,}5 \cdot 1{,}2 = 3{,}0 \text{ кВт}$$

Розрахунок балансу тепла виконується з метою забезпечення оптимальної температури в тваринницькому приміщенні в найбільш холодну пору року.

Дефіцит теплового потоку, кДж/год.:

$$Q = Q1 + Q2 – Q3 \quad (2.59)$$

де Q1 – потік теплоти, що втрачається через огороджуючи конструкції, кДж/год;

Q2 – потік теплоти, що втрачається при вентиляції, кДж/год.;

Q3 – потік теплоти. Що виділяється тваринами, кДж/год.

$$Q1 = Q11 + Q12 + Q13 + Q14 + Q15 \quad (2.60)$$

Де Q11, Q12, Q13, Q14, Q15 – потік теплот, що втрачається відповідно через стіни, горище, вікна, ворота, підлогу, кДж/год.

$$Q_{11} = K_1 \cdot F_1 \cdot (t_в – t_з) \quad (2.61)$$

де K1 – коефіцієнт теплопередачі через стіни, кДж/год.·м2·˚С.

F – площа стін корівника, м2;

ТВ – температура всередині приміщення, ˚С.

ТЗ – розрахункова температура зовнішнього повітря, ˚С.

$$Q_{11} = 3{,}2 \cdot 672 \cdot [8 – (–23)] = 66662 кДж / год.$$

Відповідно визначаємо:

$$Q_{12} = 2{,}2 \cdot 1296 \cdot [8 – (–23)] = 88387 кДж / год.$$

$$Q_{13} = 8{,}3 \cdot 40 \cdot [8 – (–23)] = 10292 кДж / год.$$

$$Q_{14} = 7 \cdot 20 \cdot [8 – (–23)] = 4340 кДж / год.$$

$$Q_{15} = 1{,}2 \cdot 1296 \cdot [8 – (–23)] = 48211 кДж / год.$$

$$Q_1 = 66662 + 88387 + 10292 + 4340 + 48211 = 217892 кДж / год$$

$$Q_2 = L_2 \cdot \rho \cdot C_n \cdot (t_в - t_з) \quad (2.62)$$

Де ρ – густина повітря, кг/м3;

Сп – питома теплоємкість повітря, кДж/год.·м2·˚С

$$Q_2 = 18396 \cdot 1{,}25 \cdot 1 \cdot 31 = 712845 кДж / год$$

$$Q_3 = q \cdot m \quad (2.63)$$

Де q – потік теплоти, що виділяє одна тварина, кДж/год.·гол.

$$Q_3 = 2864 \cdot 150 = 429600 кДж / год.$$

$$Q = 217892 + 712845 - 429600 = 501137 кДж / год.$$

В сучасних тваринницьких приміщеннях використовують системи повітряного опалення за допомогою електричних калориферів, які прості в експлуатації, але потребують надійного електрозабезпечення.

$$N_к = \frac{Q}{3600 \cdot n} \quad (2.64)$$

Потужність одного калорифера, кВт:

$$N_к = \frac{501137}{3600 \cdot 2} = 70 кВт$$

Де n – кількість електрокалориферів.

Обираємо 2 електрокалорифери СФО-35.

Таким чином на основі проведених розрахунків можна скласти узагальнену таблицю використаних засобів механізації виробничих процесів на фермі (табл. 2.6.).

Таблиця 2.6 - Перелік машин і обладнання для комплексної механізації виробничих процесів на МТФ

№ п/п	Технологічний процес	Машина або обладнання	Кількість
1.	Утримання ВРХ	Кітки для телят КИТ 00.000.01 Обладнання ОСТ-Ф-32 Стійлове обладнання ОСК-25А	30 6 12
2.	Створення мікроклімату	Вентиляційна установка СВУ-40 Електрокалорифер СФО-35	6 3
3.	Водопостачання	Заглибний насос ЕЦВ6-7,2-75 Мережа трубопроводів ∅50, м	1 870
4.	Напування тварин	Автонапувалки ПА-1А Автонапувалки АП-1А	150 96
5.	Завантаження кормів	Навантажувач фронтальний ПКУ-0,8 + МТЗ-82	1
6.	Приготування і роздавання кормових сумішок	Мийка БШМ-3 Подрібнювач ИКВ-5А Транспортер ТС-40С Бункер ДК-10 Подрібнюавч-зішувач-роздавач KUHN Euromix I-870	1 1 1 1 1
7.	Прибирання гною	КСГ-7	5
8.	Утилізація гною	Гноєсховище 2000 м^3	1
9.	Доїння корів	Доїльна установка АДМ-8А-1	3
10	Первинна обробка молока	танк-охолодник ТО-2А Холодильна установка ТХУ-8 Сепаратор Ж5-ОСБ	1 1 1

3. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ МОЛОКА

3.1. Характеристика сировини

Сировиною для одержання вершків може служити свіже натуральне молоко, сухі вершки й пластичні вершки жирністю 73%.

Молоко – це натуральний коштовний продукт, що включає всі речовини, необхідні для життя й розвитку організму протягом тривалого часу. Молоко підвищує засвоюваність їжі, містить усі необхідні живильні речовини в легкоперетравній формі й збалансованім співвідношенні.

Склад молока: вода – 85-89 %, білки (казеїн, альбумін, глобулін) – 2,7-3,8 %, жири –4,2%, вуглеводи (лактоза) – 4,5-5 %, мінеральні речовини (більш 50 елементів: кальцій, фосфор, магній, калій і ін.) – близько 1 %, ферменти, вітаміни (А, D, Е, ДО, групи В, З), незначна кількість гормонів. Енергетична цінність молока 50-85 ккал (210-357 кДж).

Технологія підготовки молока

Після видоювання молоко фільтрують і прохолоджують. На молочному заводі молоко перевіряють за органолептичними показниками якості, кислотності й змісту жиру. Потім очищають від механічних домішок і нормалізують по жиру – знижують або підвищують зміст жиру шляхом додавання нежирного молока (молочний відвійки) або вершків, після чого гомогенізують. Щоб одержати гігієнічно безпечне молоко й молочні продукти із тривалим строком зберігання, необхідна теплова обробка молока для знищення мікроорганізмів і руйнування ферментів.

Існує два способи теплової обробки молока:

-пастеризація; -стерилізація.

Пастеризація молока буває трьох видів:

-тривала обробка- здійснюється при температурі 63 °С у плині 30 хв;

-короткочасна – 72 °С, 15–30 з;

-моментальна – 85 °С, без витримки.

Пастеризоване молоко випускається жирністю 1,5 %, 2,5 %, 3,2 %, 3,5 % і 6 %.

Стерилізація молока проводиться в тарі в автоклавах

- при температурі 104 °С протягом 45 хв;

- при температурі 109 °С – 30 хв;

- при температурі 120°С – 20 хв.

Стерилізація молока може здійснюватися в потоці (без тари) при ультразвукових температурах (UHT) – 140–142°С 2 с.

UHT-Стерилізація є більш дорогим і ефективним (максимально зберігаються вітаміни й інші БАВ) способом теплової обробки молока, застосовується на молочних кухнях для готування дитячого живлення.

Потім молоко прохолоджують і розливають в асептичних умовах.

Зміст жиру в стерилізованім молоці: 0,5 %, 1,5 %, 1,8 %, 2 %, 2,5 %, 3,2 %, 3,5 %, 4 %, 6 %. Випускається стерилізоване молоко тривалого зберігання (з жирністю 1,5 % і 3,5 %), одержуване шляхом високотемпературної обробки молока протягом 4 з, а потім різкого охолодження.

Пороки, або недоліки молока, виникають у результаті недоброякісності кормів, влучення в молоко мікрофлори, неправильної технології обробки, порушення умов і строків зберігання й інших причин.

Розрізняють наступні пороки:

Пороки смаку:

•-кислий смак дають молочнокислі бактерії або кишкової палички;

•-прогірклим смаком має, що довгостроково зберігалося при низьких температурах молоко за рахунок діяльності ферментів ліпази, а також молоко останніх днів лактації;

•-гіркий смак – життєдіяльність гнильних пептонізуючих бактерій і наявність полині в кормах тварин;

•- неприємні специфічні присмаки дають кропива, часник, лук, ріпа, редька і т.д., присутні в кормах;

•- солоний смак – при захворюваннях вим'я;

•- присмак металу виникає через взаємодію молока з металами тари;

•-салістий присмак – при зберіганні молока на світлі відбувається окиснення молочного жиру;

•-димний присмак і запах – перевитрата паперу при склейці швів пакета.

Пороки кольору дають, що пігментують бактерії, що викликають почервоніння, посиніння й пожовтіння молока. Іноді пожовтіння молока – результат влучення крові (хвороба тварину).

Пороки запаху – специфічні запахи кормів або антисанітарні умови приміщень для тварин (хлівний, тухлий і ін.).

Пороки консистенції:

•-густу консистенцію утворюють молочнокислі бактерії;

•-слизувату або тягучу – слизоутворюючі бактерії;

•- шумування й піна – це результат діяльності кишкової палички;

•-згортання при нагріванні навіть при низької кислотності викликають бактерії, що виділяють сичуговий фермент;

•-розшарування молока спостерігається при замерзанні, коли порушується його колоїдний стан.

Товарна експертиза при дослідженні якості даного продукту користується наступними показниками.

1. Органолептичні: зовнішній вигляд, колір, запах, консистенція, смак.

2. Фізико-хімічні показники: масова частка жиру, лактози й білка, вологи й сухої речовини, щільність, в'язкість, кислотність і чистота молока, розміри кристалів молочного цукру, визначення способу теплової обробки, виявлення наявності ксенобіотиків (сторонніх речовин), наприклад низина й пестицидів.

3. Мікробіологічні: визначення редуктази, загальної кількості бактерій, бактерій групи кишкової палички.

Молозивне молоко, отримане протягом 7 днів після отелення й стародійне молоко – 7-10 днів перед припиненням доїння, не використовуються.

3.2. Технологія виробництва вершків

Розглянемо технологію виробництва пастеризованих і стерилізованих вершків, відзначивши характерні риси технологічних процесів даних видів вершків. Технологічний процес виробництва пастеризованих вершків складається з наступних операцій:

1. Приймання й підготовка сировини.
2. Нормалізація вершків.
3. Пастеризація.
4. Охолодження.
5. Розлив.
6. Упаковування.
7. Маркірування.
8. Зберігання.

Перші дві операції пов'язані із прийманням і сепаруванням молока, очищенням вершків фільтруванням і підготовкою до нормалізації. Сухі вершки відновлюють у воді температурою 38-45°С, фільтрують і вводять у загальну суміш. Пластичні вершки розрізають на шматки не більш 0,5 кг і плавлять.

Нормалізацію вершків проводять у двох випадках:

-якщо масова частка жиру у вершках вище нормованої величини, то додають цільне або знежирене молоко;

-якщо масова частка жиру у вершках нижче нормованої величини, то додають вершки з більш високим змістом жиру.

Вершки гомогенізують при тиску 5–10 МПа й температурі 60-80 ℃. Потім їх пастеризують: вершки з масовою часткою жиру 10% - при 80 °С ; 20 і 30% при 85 °С с витримкою 15-20 с. Пастеризовані вершки охолоджують до температури не вище 6 °С и направляють на розлив і пакування. Зберігають вершки не більш 24 год при температурі 3-6°С.

Процес виробництва стерилізованих вершків складається з наступних

технологічних операцій: (приймання сировини, очищення й охолодження сировини, внесення солей-стабілізаторів, сепарування, нормалізація, пастеризація, попереднє нагрівання вершків, деаерація, гомогенізація, стерилізація, охолодження, упаковування й маркірування).

Стерилізовані вершки виробляють із масовою часткою жиру 10% при одне- або двоступінчастої стерилізації й однократної стерилізації в потоці з упакуванням в асептичних умовах.

При одноступінчастій стерилізації вершки пастеризують при температурі 90 °С , гомогенізують при тиску 11-17 МПа, прохолоджують до 65-70°С и розливають у тару. Режим стерилізації вершків у стерилізаторах періодичної дії наступний: нагрівання до 117 °С протягом 15 хвилин, стерилізація при цій же температурі – 25 хвилин і охолодження до 20°С протягом 35 хвилин.

При двоступінчастій стерилізації вершки пастеризують при температурі 70-79 °С , гомогенізують при тиску 11-17 МПа й стерилізують у потоці при 135°С, прохолоджують до 65-70°С и розливають у тару. Далі вершки в тарі стерилізують повторно в стерилізаторах безперервної дії при температурі 110 °С . Стерилізовані вершки зберігають при 20°С протягом 1 місяця.

У цей час підприємства галузі роблять питні стерилізовані вершки шляхом однократної стерилізації в потоці із упаковуванням в асептичних умовах.

Молоко, призначене для виробітку вершків, очищають на сепараторах-молокоочисниках і прохолоджують до 2-6°С. Для збереження термостійкість молока очищення доцільно проводити без підігріву. Якщо термостійкість молока по алкогольній пробі нижче III групи, додають солі-стабілізатори в кількості до 0,05% у вигляді водяних розчинів. Після їхнього внесення молоко перемішують на менш 15 хвилин і перевіряють термостійкість, яка повинна бути не нижче III групи по алкогольній пробі. Розчин солей-стабілізаторів вносять у сире або пастеризоване молоко перед сепаруванням. Молоко з добавками солей-стабілізаторів зберігати не рекомендується.

Вершки пастеризують при температурі 80 °С с витримкою 20 секунд, а потім прохолоджують до 2-6°С . Перед стерилізацією вершків перевіряють їх термостійкість. Вершки, підготовлені до стерилізації, попередньо нагрівають до 83°С и подають у деаератор. Після деаератора вершки температурою 75°С направляють на гомогенізатор, у якім підтримують тиск 10-15 МПа. Потім гомогенізовані вершки стерилізують при 137°С и витримують при цій температурі протягом 4 секунд. Стерилізовані вершки прохолоджують до 20°С і направляють на розлив, який здійснюється через стерильну ємність.

Готовий продукт по консистенції являє собою однорідну рідину без

наявності пластівців білка й грудочок жиру. У вершках допускається незначний відстій жиру, який розчиняється при струшуванні. Колір продукту рівномірний від білого до злегка кремового, смак і запах чисті з легким присмаком кип'ятіння.

Стерилізовані вершки фасують і впаковують у пакети з комбінованого матеріалу місткістю 0,2; 0,25; 0,5 і 1 літр на фасувальних автоматах. Продукт зберігають у пакетах при температурі від 0 до 10°С не більш 3 місяців, а при температурі від 10 до 20°С не більш 2 місяців від дня виробітку.

3.2.1 Характеристика етапів процесу виробництва вершків

3.2.1 Приймання сировини

Для одержання вершків використовують сире коров'яче молоко, відповідне до вимог ДСТУ "Молоко коров'яче сире. Технічні умови".

Молоко повинне бути отримане від здоровіших сільськогосподарських тварин на території, благополучної у відношенні інфекційних і інших загальних для людини й тваринних захворювань.

Не допускається використовувати в їжу молоко, отримане протягом перших семи днів після дня отелення тварин і протягом п'яти днів до дня їх запуску (перед їх отеленням) і/або від хворих тварин, що й перебувають на карантині.

Молоко залежно від фізико-хімічних і мікробіологічних показників підрозділяють на сорти: вищий, перший і другий. За органолептичними показниками молоко повинне відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Вимоги, пропоновані до органолептичних показників молока

Найменування показника	Норма для молока сорту		
	вищого	першого	другого
Консистенція	Однорідна рідина без осаду й пластівців. Заморожування не допускається		
Колір	Від білого до світло-кремового		
Запах	Чистий, без сторонніх заходів, не властивих свіжому натуральному молоку	Допускається слабовиражений кормовий захід	
Смак	Чистий, без сторонніх присмаків, не властивих свіжому натуральному молоку	Допускається слабовиражений кормовий присмак	

За фізико-хімічними показниками молоко повинне відповідати нормам, зазначеним у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 Норми фізико-хімічних показників молока

Найменування показника	Норма для молока сорту		
	вищого	першого	другого
Масова частка білка, %	Не менш 2,8		
Кислотність, °Т	Не нижче 16,0 і не вище 18,0	Не нижче 16,0 і не вище 18,0	Не нижче 16,0 і не вище 21,0
Група чистоти, не нижче	I	I	II
Щільність, кг/м, не менш	1028,0	1027,0	1027,0
Температура замерзання, °З	Не вище мінус 0,520		

За ДСТУ 13928-2004 "Молоко й вершки заготовлювані. Правила приймання, методи відбору проб і підготовка їх до аналізу"

1.1. Молоко приймають партіями.

1.2. Партією вважають молоко від одного господарства, одного сорту, в однорідній тарі й оформлені одним супровідним документом.

1.3. При транспортуванні молока в цистернах партією вважають кожну цистерну або її секцію (відітнув).

1.4. Контроль якості молока за фізико-хімічними показниками й за мікробіологічними показниками здійснюють шляхом аналізу об'єднаної проби, складеної для кожної партії продукції.

Температуру молока в цистернах вимірюють у кожній цистерні або в секції (відсіку) окремо. При неможливості виміру температури молока безпосередньо в цистерні її вимірюють у черпаку над люком. Для цього черпак повинен попередньо перебувати в молоці, температура якого виміряється не менш 20 с. Температуру молока у флягах вимірюють вибірково: для партії до 15 фляг - в 2 флягах; від 15 і більш фляг - в 3 флягах.

1.5. При одержанні незадовільних результатів аналізів хоча б по одному з фізико-хімічних показників якості, за винятком температури молока у флягах, по ньому проводять повторний аналіз подвоєного обсягу об'єднаної проби, складеної від тієї ж партії продукції.

Якщо температура молока в окремих флягах, включених у вибірку, перевищує встановлену вимогами нормативно-технічної документації, обсяг вибірки подвоюється.

Результати повторних аналізів поширюються на всю партію.

Контроль якості: перевірка сировини (молока) на відповідність органолептичним, фізико-хімічним показникам, контроль над змістом пестицидів, токсичних елементів, антибіотиків, інгібуючих речовин, радіонуклідів, афлатоксина М1 і мікробіологічних показників.

3.2.2 Очищення молока

Для очищення молока від механічних домішок призначені фільтри різних конструкцій (пластинчасті, дискові, циліндричні). Фільтруючий матеріал (марля, ватяні фільтри, лавсанова тканина й ін.) необхідно періодично заміняти. А якщо ні, то фільтри стають джерелом обсеменіння молока небажаною сторонньою мікрофлорою. Для потоковості виробництва в лінії монтують 2 фільтра-очисника паралельно. Коли в одному фільтрі міняють фільтруючу тканину, другий фільтрує молоко. Найбільш зробленим способом очищення молока є використання сепараторів-молокоочисників. Відцентрове очищення молока здійснюється за рахунок різниці між щільностями часток плазми молока й сторонніх домішок. Сторонні домішки, володіючи більшою щільністю, чому плазма молока, відкидаються до стінки барабана й осідають на ній у вигляді слизу, який містить грязьовий, білковий і бактеріальний шар. Очищення молока проводять звичайно після попереднього підігріву його до температури 35 – 40. У ході відцентрового очищення молока віддаляються дрібні частки забруднень, у тому числі частки бактеріального походження й нетермостійкі скоагульовані білкові частки.

Можливе холодне очищення молока без підігріву, яка ефективна при кислотності молока не вище 18 град.Т і вмісті загальної кількості мікроорганізмів в 1 мол молока не вище 500 тис. кліток . Необхідно строго дотримувати періодичності мийки, дезінфекції сепаратора-молокоочисника. А якщо ні, то апарат може стати додатковим джерелом вторинного обсеменіння молока. При правильнім веденні відцентрового очищення можна значно знизити загальне бактеріальне забруднення молока. Однак вилучити соматичні клітки таким способом не представляється можливим.

Для повного видалення бактеріальних кліток з молока застосовують бактофугування. Сутність бактофугування полягає у видаленні з молока до 98 % мікроорганізмів, що втримуються в ньому, шляхом підвищення швидкостей центрифугування без застосування термічної обробки. При бактофугування відбувається видалення з молока загиблих бактерій і токсинів, що сприяє підвищенню його якості й стійкості в зберіганні. Після очищення молоко необхідно негайно остудити до можливо низької температури. Оптимальні строки зберігання молока, охолодженого до 4 - 6°С, не більш 12 ч. При більш тривалім зберіганні молока навіть в умовах низьких температур виникають пороки смаку й консистенції.

Контроль якості: установлення відсутності бактеріальному забруднення молока.

3.2.3 Сепарування

Сепарування – це процес поділу полідисперсної або багатокомпонентної рідинної системи під дією відцентрових сил (засноване на різниці щільностей жирових кульок і плазми молока). За технологічним значенням у молочній промисловості сепарування застосовується:

- для виділення молочного жиру з молочної сировини з метою одержання високожирних продуктів (вершків);
- для нормалізації молочної сировини;
- для відцентрового очищення молока від механічних і мікробіологічних домішок.

По виду технологічного процесу сучасні сепаратори можна розділити на сепаратори-молокоочисники й сепаратори-вершковіддільники. По конструктивних ознаках розрізняють сепаратори відкриті (застарілий тип), напівгерметичні й герметичні. Усі три види сепараторів можна застосовувати для виділення жирової й білкової фракції молочної сировини, а також для його очищення від механічних і мікробіологічних домішок. Сепарування молочної сировини з метою виділення жиру відбувається в сепараторах-вершковіддільниках. Кінцеві продукти сепарування – вершки з різною масовою часткою жиру й знежирене молоко (якщо сепаруванню зазнало незбиране молоко), підсирні вершки й знежирена сироватка (якщо сепаруванню зазнала молочна підсирна сироватка).

Сутність процесу сепарування:

Незбиране молоко надходить у барабан сепаратора й розподіляється тонкими шарами між тарілками. У міжтарілчастому просторі жирові кульки як найбільш легка частина молока відтискуються до осі обертання; знежирене молоко як більш важка частина молока під дією відцентрової сили переміщається до периферії. Розподіляючись між тарілками у вигляді тонких шарів, молоко переміщається з невеликою швидкістю, що створює сприятливі умови для найбільш повного відділення жиру за короткий час. Під тиском нових порцій молока, що надходять у барабан, вершки й знежирене молоко піднімаються нагору й випливають у збірник.

Зміст жиру в знежиренім молоці не повинне перевищувати 0,05 %. Оптимальна температура молока при сепаруванні 35 - 40°С. Сепарування молока при більш високих температурах (60 - 80°С) приводить до вспінення вершків і знежиреного молока, дробленню жирових кульок, збільшенню змісту жиру в знежиренім молоці.

Процес холодного сепарування молока характеризується меншими енергетичними витратами. Однак продуктивність сепаратора знижується в 2-3 рази.

Перекачування молока, особливо підігрітого, насосами, високотемпературна теплова обробка молока перед сепаруванням, зберігання протягом тривалого часу, підвищена кислотність приводять до наднормативного відходу жиру в знежирене молоко, зайвим втратам жиру при сепаруванні.

Контроль якості: контроль масової частки жиру отриманих вершків.

3.2.4 Нормалізація

Нормалізація проводиться з метою регулювання хімічного складу (масової частки жиру, сухих речовин, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин) до значень, відповідних до стандартів і технічним умовам. Найчастіше нормалізацію проводять по масовій частці жиру. Основою розрахунків при нормалізації є рівняння матеріального балансу по будь-який складеної частини, наприклад по змісту жиру (жировий баланс). Процес здійснюється в ємностях (періодичним способом) або в потоці.

Контроль якості: відповідність отриманої жирності вершків необхідної.

3.2.5 Пастеризація

Пастеризація здійснюється при температурах нижче крапки кипіння (від 65 до 95°С). Вибір температурно-тимчасових комбінацій режиму пастеризації залежить від виду вироблюваного продукту й застосовуваного встаткування, що забезпечують необхідний бактерицидний ефект (не менш 99,98 %), і повинен бути спрямований на максимальне збереження первісних властивостей вершків, їх харчової й біологічної цінності. Мети пастеризації наступні:

-знищення патогенної мікрофлори,

-одержання продукту, безпечного для споживача в санітарно-гігієнічнім відношенні;

-зниження загальної бактеріальної обсеменінності,

-руйнування ферментів сирих вершків, що викликає псування, зниження їх стійкості в зберіганні;

- спрямована зміна фізико-хімічних властивостей вершків для одержання заданих властивостей готового продукту, зокрема, органолептичних властивостей, в'язкості, щільності згустку і т.д.

Основним критерієм надійності пастеризації є режим термічної обробки, при якім забезпечується загибель найбільш стійкого з патогенних мікроорганізмів - туберкульозної палички (температурний оптимум 65°С). Непрямим показником ефективності пастеризації є руйнування ферменту фосфатази, що має температурний оптимум трохи вище, чим туберкульозної

палички, тому вважають, що, якщо в результаті пастеризації зруйнована фосфатаза, знищені й хвороботворні патогенні мікроорганізми (зокрема, туберкульозна паличка).

Ефективність пастеризації (в %) виражається відношенням кількості знищених кліток до змісту бактеріальних кліток у вихіднім сирім молоці.

Ефективність знищення інших мікроорганізмів залежить від режимів пастеризації, а також від первісної обсеменінності сирого молока. Чим більше у вихіднім молоці сапрофітів, тем нижче ефективність пастеризації. Ефективність пастеризації вершків, що зберігалися протягом тривалого часу, особливо при підвищених температурах, завжди нижче, чим свіжих охолоджених, тому що при зберіганні розвиваються мікроорганізми кишкового походження, більш стійкі до температурних впливів.

Залишкова мікрофлора полягає в основному з термофільних стрептококів, мікрококів, стрептококів кишкового походження, спорових паличок. Оптимальною температурою пастеризації сирих вершків, отриманих від благополучних у санітарно-ветеринарнім відношенні господарств, є 72 °С с витримкою 15-45 с. При сильному обсеменінні молока сторонньою мікрофлорою режими пастеризації піднімають до 75-77 °С с витримкою 15-35 с. У промисловості прийнятий режим 75-76°С с витримкою 15-20 з, який забезпечує гігієнічну надійність, знищення патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів, збереження харчової й біологічної цінності, його захисних факторів. Пастеризація при більш високих температурах (85-87°С) застосовується для додання вершкам більш вираженого аромату й більшої гарантії їх чистоти в бактеріальнім відношенні, тому що більш високий зміст жиру знижує ефективність теплової обробки.

Контроль якості: бактеріальна чистота вершків, перевіряються мікробіологічні показники, такі як кишкова паличка й припустимі стрептококи й стафілококи, дозволені МОЗ України.

3.2.6 Гомогенізація

Гомогенізація вершків - процес дроблення жирових кульок шляхом впливу на вершки значних зовнішніх зусиль.

Механізм дроблення жирових кульок пояснюється в такий спосіб. У гомогенізуючому клапані на границі сідла гомогенізатора й клапанної щілини різко змінюється перетин потоку. Під час руху по каналу сідла й клапанної щілини жирова крапля міняє напрямок і швидкість руху. При переході через щілину передня частина краплі захоплюється з величезною швидкістю в потік, витягається й відривається від неї. У той же час частина, що залишився, краплі продовжує рухатися через перетин і дробитися на дрібні частки. Ефективність

гомогенізації залежить від багатьох факторів, обумовлених режимами її проведення (температура, тиск), а також властивостями й составом молока (масова частка жиру й сухих речовин, кислотність, в'язкість, щільність). Процес гомогенізації може бути ефективний тільки в тому випадку, коли жир перебуває в рідкому стані. Тому гомогенізацію слід проводити при температурі не нижче 50 - 60°С. З підвищенням масової частки жиру й сухих речовин продукту температура гомогенізації повинна бути вище, що обумовлене його підвищеною в'язкістю.

Тиск гомогенізації продуктів з підвищеним вмістом жиру й сухих речовин повинне бути нижче, що обумовлене необхідністю зниження енергетичних витрат і забезпечення стабільності жирової емульсії. У процесі дроблення жирових кульок при гомогенізації відбувається перерозподіл оболонкової речовини. На побудову оболонок, що утворювалися дрібних жирових кульок додатково витрачаються білки плазми, що приводить до стабілізації високодисперсної жирової емульсії гомогенізованих вершків.

У гомогенізованих вершках середньої жирності вільного жиру майже не утворюється, скупчення дрібних жирових кульок відсутні. При підвищенні масової частки жиру в результаті гомогенізації можуть виникати скупчення жирових кульок. У цей час застосовують наступні види гомогенізації: одне- і двоступінчасту, а також роздільну. При одноступінчастій гомогенізації можуть утворюватися агрегати дрібних жирових кульок, а при двоступінчастій відбуваються руйнування цих агрегатів і подальше диспергування жирових кульок. При роздільній гомогенізації обробці зазнають вершки 16-20 %-ний жирності. Вершки гомогенізують у два щаблі, а потім змішують зі знежиреним молоком. Роздільна гомогенізація дозволяє значно знизити енерговитратні. При гомогенізації відзначається підвищення температури 5-10°С , що необхідно враховувати при подальших технологічних процесах.

Контроль якості: однорідність вершків, відсутність жирових кульок.

3.2.7 Стерилізація

Стерилізація вершків проводиться з метою одержання безпечного в санітарно-гігієнічнім відношенні продукту й забезпечення його тривалого зберігання при температурі навколишнього середовища без зміни якості. З відомих способів стерилізації (хімічний, механічний, радіоактивний, електричний, тепловий) найбільш надійним, економічно вигідним і набувшим широке застосування в промисловості є тепловою. Сутність теплової стерилізації полягає в тепловій обробці вершків при температурі вище 100°С с витримкою з метою знищення в них усіх бактерій і їх спор, інактивації

ферментів при мінімальній зміні смаку, кольору й живильної цінності. Ефективність стерилізації перебуває в прямої залежності від температури й тривалості її впливу.

У молочній промисловості стерилізація молочних продуктів здійснюється в тарі й у потоці. Стерилізація молочного продукту в тарі може здійснюватися одноступінчастим способом (після розливу в тару і її герметичної укупорки при 110-120°С с витримкою 15-30 хв) і двоступінчастим (спочатку в потоці спочатку до розливу в тару при 130-150°С протягом декількох секунд, потім удруге після розливу продукту в тару і її герметичної укупорки при 110- 118°С протягом 10-20 хв).

Найбільш прогресивної є стерилізація продукту в потоці при ультрависокотемпературному режимі (135-150°С с витримкою кілька секунд) з наступним фасуванням його в асептичних умовах у стерильну тару. Ультрависокотемпературна (УВТ) обробка дозволяє збільшити тривалість зберігання продуктів до 6 місяців. При фасуванні молочних продуктів в асептичних умовах застосовують пакети з комбінованого матеріалу, пластмасові пляшки, пакети з полімерного матеріалу, а також металеві банки й скляні пляшки.

Контроль якості: санітарно-гігієнічна безпека продукту, перевіряються вершки на наявність кишкової палички й припустимих деяких видів стрептококів і стафілококів, дозволених МОЗ України.

3.3. Упакування, маркування й зберігання вершків. Вимоги до якості

Вершки впаковують у транспортну тару.

Транспортна тара, використовувана для впаковування вершків, повинна відповідати вимогам документів, відповідно до яких вона виготовлена, вимогам нормативних правових актів Російської Федерації, повинна бути допущена до застосування для контакту з молочними продуктами й забезпечувати схоронність їх якості й безпеки при транспортуванні й зберіганні.

Вершки розливають у цистерни для харчових рідин за ДСТ 9218, металеві фляги за ДСТ 5037, ємності з полімерних матеріалів за ДСТ Р 50962 і інші ємності з, що щільно закриваються кришками й пломбують.

Маркування вершків здійснюють відповідно до вимог, установлених нормативних правових актів Російської Федерації.

Маркування вершків містить наступну інформацію:

-найменування продукту;

-найменування виготовлювача продукту - фізичної особи, у тому числі

індивідуального підприємця (прізвище, ім'я, по батькові) і/або юридичної особи (сільськогосподарської організації, селянського (фермерського) господарства);

-адреса виготовлювача продукту;

-обсяг продукту (у літрах) або масу нетто продукту (у кілограмах);

-номер партії;

-дату й час (годинник, хвилини) відвантаження продукту;

-позначення справжнього стандарту;

-маніпуляційні знаки для фляг - "Берегти від сонячних променів", " Швидкопсувний вантаж" і "Обмеження температури" за ДСТ 14192.

Маркувальний текст у вигляді етикетки, виготовленої типографським способом, або ярлика наносять на кришку фляги; для цистерн маркувальний текст представляють у товарно-транспортному документі.

Вершки перевозять спеціальними транспортними засобами відповідно до правил перевезень особливо швидкопсувних вантажів, що діють на транспорті відповідного виду.

Перевезення вершків здійснюють у ємностях із кришками, що щільно закриваються, виготовлених з матеріалів, дозволених для контакту з молоком і молочними продуктами у встановленому порядку й опломбованих. Транспортні засоби повинні забезпечувати підтримка температури, передбаченої нормативними правовими актами Російської Федерації.

Вершки транспортують при температурі не вище 8 °С.

Зберігання вершків слід здійснювати при температурі не вище 8 °С с обліком часу перевезення:

- для сирих - не більш 36 год;

- для пастеризованих - не більш 48 ч.

Вершки всіх видів повинні мати однорідну консистенцію, без грудочок жиру або пластівців білка, колір - білий із кремовим відтінком, смак - злегка солодкуватий із присмаком і заходом пастеризації. Вершки не повинні містити немолочних жирів, а також соди, аміаку, перекиси водню, сторонньої води.

Кислотність - не вище 17-19°Т.

Не допускаються до реалізації вершки з дефектами смаку й заходу (смак гіркий, прогірклий, присмак кормовий, салістий, кислий і ін.), консистенції (слизувата, тягуча, сирна), у забрудненім упакуванні, з ознаками течі.

Вершки залежно від мікробіологічних, органолептичних і фізико-хімічних показників підрозділяють на сорти: вищий, перший і другий.

За органолептичними показниками вершки повинні відповідати вимогам, викладеним у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Вимоги до органолептичних показників вершків

Найменування показника	Характеристика для вершків сорту		
	вищого	першого	другого
Консистенція й зовнішній вигляд	Однорідна, гомогенна	Однорідна, гомогенна або з одиничними грудочками жиру	
Колір	Білий, із кремовим відтінком, однорідний по всій масі		
Запах	Виражений вершковий, чистий	Вершковий, зі слабко вираженим кормовим заходом	Недостатньо виражений вершковий, недостатньо чистий і (або) з кормовим заходом
Смак	Виражений вершковий, чистий, солодкуватий	Вершковий, солодкуватий зі слабко вираженим кормовим присмаком	Недостатньо виражений вершковий, солодкуватий, недостатньо чистий і (або) з кормовим присмаком
	Із присмаком пастеризації - для пастеризованих вершків		
Примітка - Вершки другого сорту допускаються до переробки на пряжене масло, після додаткової технологічної обробки й/або високотемпературної пастеризації - на інші продукти.			

Таблиця 3.4. Порядок і періодичність контролю показників якості й безпеки вершків.

Контрольований показник	Періодичність контролю	Місце відбору проб	Метод контролю
Органолептичні показники	У кожній партії	Кожна ємність	По 8.2 (візуально й органоліптично)
Термостійкість по алкогольній пробі	У кожній партії	Об'єднана проба	За ДСТУ 25228
Температура	У кожній партії	Кожна цистерна або її секція; фляги - вибірково	За ДСТУ 3622
Масова частка жиру	У кожній партії	Об'єднана проба	За ДСТУ 5867 (розділ 2)
Щільність	Один раз у декаду	Об'єднана проба	За ДСТУ 3625
Титрована кислотність	У кожній партії	Кожна цистерна або її секція; кожна фляга	За ДСТУ 3624 (розділ 3)
Рівень бактеріального обсеменіння по редуктазній пробі	У кожній партії сирих вершків	Об'єднана проба	За ДСТУ 53430 (див. 8.1) і по 8.7
КМАФАнМ	Один раз у декаду (для сирих і	Об'єднана проба	За ДСТУ 53430 (див. 8.4)

	пастеризованих вершків) і додатково при виникненні розбіжностей в оцінці якості сирих вершків по редуктазній пробі		
БГКП	У кожній партії	Об'єднана проба	За ДСТУ 53430 (див. 8.5)
Ефективність пастеризації	У кожній партії	Кожна ємність пастеризованих вершків	За ДСТУ 3623
Наявність немолочних жирів	При підозрі на фальсифікацію жирової фази	Об'єднана проба	За ДСТУ 51471
Наявність інгібуючих речовин	При підозрі на наявність	Об'єднана проба	За ДСТУ 23454 (розділ 2)
Наявність сторонньої води	При підозрі на фальсифікацію водою	Об'єднана проба	По 8.4
Наявність соди й аміаку	При підозрі на розкислення нейтралізуючими речовинами	Об'єднана проба	По 8.5
Наявність перекису водню	При підозрі на наявність	Об'єднана проба	По 8.6

Мікробіологічні показники для пастеризованих вершків усіх сортів не повинні перевищувати норм, викладених у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 Норми мікробіологічних показників для пастеризованих вершків

Найменування показника	Норми для пастеризованих вершків усіх сортів
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), КОЕ/див^3, не більш	2·105
Маса продукту (г, див^3), у якій не допускаються:	
бактерії групи кишкових паличок (Бгкп-Коліформи)	0,01
патогенні, у тому числі сальмонелли	25
S. aureus	0,1
L. monocytogenes	25

3.4. Історія сепарації

У німецькім комерційнім виданні Milch-Zeitung від 18 квітня 1877 г. був даний опис тільки що винайденого пристосування для відділення вершків від молока. Воно являло собою«барабан, завдяки обертанню якого протягом деякого часу на поверхні молока з'являється шар вершків, який можна знімати звичайним способом».

Прочитавши цю статтю, молодий шведський інженер Густав де Лаваль заявив: «Я доведу, що відцентрова сила діє у Швеції не гірше, чим у Німеччині». 15 січня 1879 г. щоденна газета Stockolms Dagblad повідомила: «Демонстрація відцентрової машини для зняття вершків почалася вчора й буде відбуватися щодня з 11 до 12 годин пополудні на другому поверсі будинку № 41 по вул. Регерингсгатан. Цю машину можна вподібнити барабану, що розкручується за допомогою ремінного блоку. Вершки, будучи легше молока, відцентровою силою витісняються на поверхню молока й стікають у ринву, яка веде в посудину для збору. Молоко під вершками витісняється на периферію барабана й попадає в іншу ринву, що веде в іншу посудину для збору».

З 1890 г. побудовані Густавом де Лавалем сепаратори оснащувалися спеціально сконструйованими конічними тарілками, патент на які був виданий в 1888 г. німцеві Фрехерру фон Бехтолсхайму (Freiherr von Bechtolsheim) і куплений в 1889 г. шведською фірмою AB Separator, одним з акціонерів якої був Густав де Лаваль.

Сьогодні більшість моделей подібних машин обладнані пакетами конічних тарілок.

Рис. 3.4 Густав де Лаваль, винахідник першого відцентрового сепаратора безперервної дії.

Рис. 3.5 Один з найперших сепараторів, Альфа А 1, що випускався з 1882 г.

4. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 ОСАДЖЕННЯ ПІД ДІЄЮ СИЛИ ТЯЖІННЯ

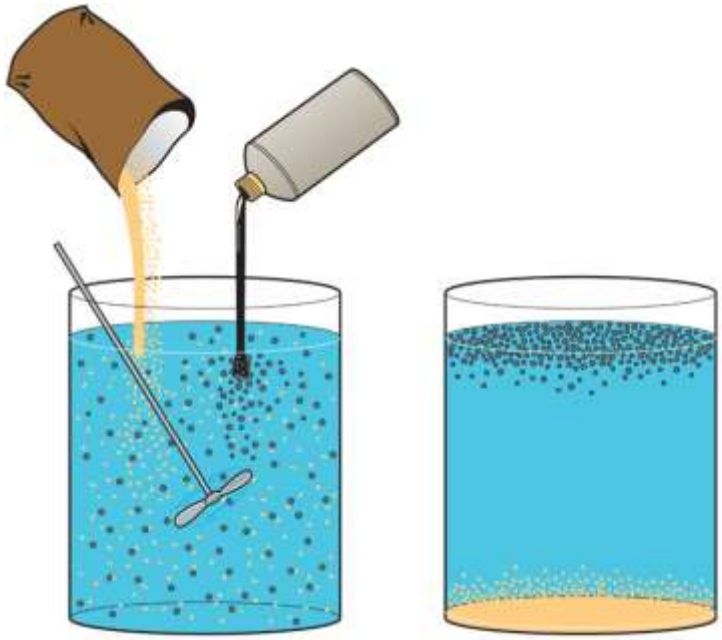

Рис. 4.1 Пісок, що підмішується у воду, тоне, а нафта спливе

В історичному масштабі відцентровий сепаратор – винахід недавній. Менш ста років тому єдиним способом, що застосовувалися для відділення одного речовини від іншого, був природній процес осадження під впливом сили тяжіння.

Осадження – це безперервний процес. Часточки глини в брудній калюжі незабаром осідають, і вода стає прозорою. Те ж відбувається з піском, піднятим хвилями або ногами купальників. Нафта, що витекла в море, легше води, і тому вона поступово піднімається й формує плями на поверхні води.

Осадження під впливом сили тяжіння також споконвічно використовувалося в молочнім виробництві для відділення жиру від молока. Парне молоко залишали в посудині. Через якийсь час жировий кульки агрегатувались і спливли на поверхні, де утворювали шар вершків. А його знімали вручну.

ВИМОГИ ДО ОСАДЖЕННЯ

Рідина повинна являти собою дисперсну систему, тобто суміш із двох або більш фаз, одна з яких суцільна. У випадку молока суцільною фазою є плазма молока або знежирене молоко. Жир диспергований у плазмі молока у формі кульок різного діаметра – до 15 мікронів. У молоці також утримується

третя фракція, що полягає з розрізнених твердих часточок, у тому числі кліток вим'я, здрібненої соломи й вовни і т.д.

Фази, які потрібно розділити, не повинні розчинятися друг у другу. Розчинені речовини не можуть бути відділені методом осадження. Розчинена лактоза не може бути відділена центрифугуванням. Однак вона може кристалізуватися. Після чого кристали лактози можна відокремити осадженням.

Фази, які потрібно розділити, повинні також мати різну щільність. Фази молока задовольняють цій вимозі: у твердих домішок щільність більше, чим у знежиреного молока, а в жирових кульок щільність менше.

ЯК ВІДБУВАЄТЬСЯ ОСАДЖЕННЯ?

Якщо камінь кинути у воду, то ми були б украй здивовані, якби він не потонув. Точно так само ми не сумніваємося, що пробка спливе. З досвіду ми знаємо, що камінь важче, а пробка легше води.

Але що відбудеться, якщо ми кинемо камінь у ртуть, рідкий метал з дуже високою щільністю? Або якщо ми кинемо в ртуть шматок заліза? З досвіду ми не знаємо, яким буде результат. Можна, напевно, очікувати, що шматок заліза потоне. Але, насправді, і камінь, і шматок заліза будуть плавати.

Розчинені речовини не можуть бути відділені методом осадження.

Щільність

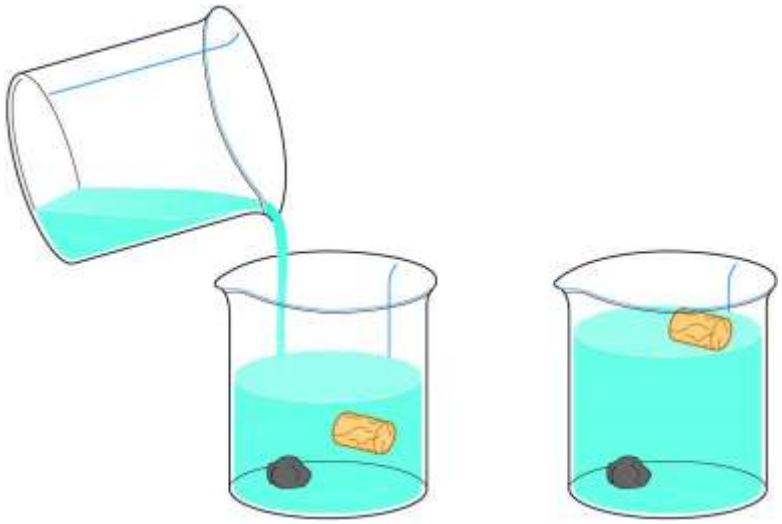

Рис. 4.2 Пробка легше води й плаває. Камінь важче води й тоне.

У кожної речовини є фізична властивість називане щільністю. Щільність є заходом того, наскільки важка речовина, і може бути виражена в кг/м^3. Якщо ми зважимо один кубічний метр заліза, то ваги покажуть 7 860 кг. Щільність заліза рівна 7 860 кг/м^3. Щільність води при кімнатній температурі становить

1 000 кг/м^3, а каменю (граніту), пробки й ртуті при кімнатній температурі – 2 700 кг/м^3, 180 кг/м^3 і 13 550 кг/м^3 відповідно.

Коли у воду опускають який-небудь предмет, потоне він або залишиться на її поверхні, залежить від того, яка його щільність у порівнянні із щільністю води. Якщо щільність предмета вище щільності води, він потоне, а якщо ні, то предмет залишиться на поверхні води.

Щільність звичайно позначається грецькою буквою ρ. Якщо щільність частки рівна ρp, а щільність рідини ρl, то можна скласти вираження (ρp – ρ), тобто різницю між плотностями частки й рідини. Якщо ми вилучимо камінь у воду, то різниця в щільності складе (2 700 – 1 000) = 1 700 кг/м^3. Результат є позитивним числом, тому що щільність каменю більше щільності води; якщо ми вилучимо у воду камінь, він потоне!

Для пробки у воді те вираження виглядає як (180 – 1 000) = -820 кг/м^3. Цього разу результат негативний. Через низьку щільність пробки, якщо її кинути у воду, вона буде плавати; пробка буде рухатися в напрямку, протилежному силі ваги.

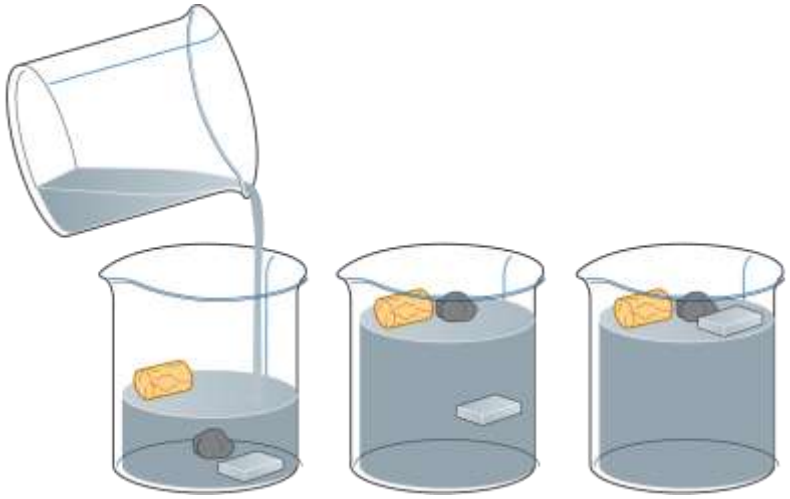

Рис. 4.3 У заліза, каменю й пробки щільність менше, чим у ртуті й, отже, вони плавають на її поверхні.

Швидкість осадження й спливання

Тверда часточка або рідка крапелька, що рухається під дією сили ваги крізь грузлу рідину, в остаточному підсумку здобуває постійну швидкість. Вона називається *швидкістю осадження*. Якщо щільність частки менше, чим щільність рідини, вона буде рухатися нагору зі швидкістю спливання. Ці швидкості позначаються буквами vg (g = сила ваги). Величина швидкості осадження/спливання визначається наступними фізичними параметрами:

- діаметр частки d, м;
- щільність частки ρp, кг/м^3;
- щільність безперервної фази, ρl, кг/м^3;

- в'язкість безперервної фази η, кг/м, з;
- прискорення вільного падіння g = 9,81 м/с^2.

Якщо відомі значення всіх перерахованих вище параметрів, то можна розрахувати швидкість осадження/спливання частки або краплі за допомогою наступної формули, виведеної із закону Стокса:

$$1) \qquad v_g = \frac{d^2 (\rho_p - \rho_l)}{18\,\eta} g$$

Ця формула (рівняння 1) показує, що швидкість осадження/спливання частки або краплі:

- зростає пропорційно квадрату діаметра частки; це означає, що частка діаметром 2 див буде опускатися/спливти в чотири рази швидше (22 = 4), чому частка діаметром 1 див;
- зростає зі збільшенням різниці щільностей між фазами;
- зростає зі зменшенням в'язкості диспергованого середовища.

Швидкість спливання жирової кульки

Жирові кульки у свіжім молоці, поміщеному в посудину, піднімаються до поверхні молока. Швидкість їх спливання може бути розрахована за допомогою вищенаведеної формули. Наступні середні значення слушні при температурі навколишнього середовища близько 35 °С:

d= 3 мкм = 3 х 10^{-6} м

(ρр – ρl) = (980 – 1 028) = – 48 кг/м^3

h= 1.42 сП (сантипуаз) = 1.42 х 10^{-3} кг/м, с

Підставляємо ці значення у формулу:

$$1) \qquad v_g = \frac{d^2 (\rho_p - \rho_l)}{18\,\eta} g$$

Як випливає з отриманого результату, жирові кульки піднімаються дуже повільно. Кулька жиру діаметром 3 мкм рухається нагору зі швидкістю спливання 0,6 мм/ч. Швидкість спливання кульки вдвічі більшого діаметра склала б 22 х 0,6 = 2,4 мм/година. На практиці кульки жиру поєднуються в більші скупчення, і їх спливання відбувається набагато швидше. Нарис. 6.2.6 схематично показане як жирові кульки різного діаметра рухаються під впливом сили ваги через молочну плазму. У момент часу 0 жирові кульки перебувають на дні посудини. Через t хвилин відбувся деякий поділ, а через 3t хвилин найбільша жирова кулька досяглася поверхні. До цього моменту жирова кулька середніх розмірів піднялася до середньої оцінки на півшляху до поверхні, а самий маленький подолав тільки чверть шляху. Жирова кулька

середніх розмірів досягнеться поверхні через 6t хвилин, а самий маленький – через 12t хвилин.

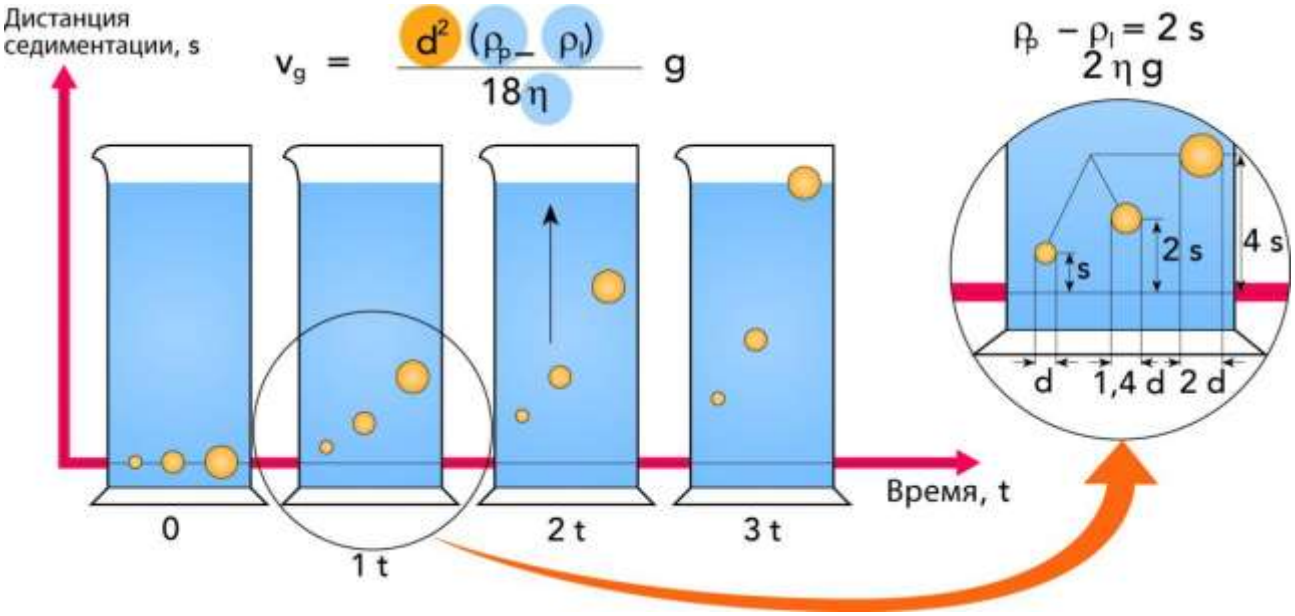

Рис. 4.4. Швидкості спливання кульок жиру різного діаметра.

ПЕРІОДИЧНЕ СЕПАРУВАННЯ ПІД ДІЄЮ СИЛИ ВАГИ

У посудині А, показаному на рис. 4.5, утримується рідина, у якій у зваженому стані перебувають тверді частки однакових розмірів і більш щільні, чому рідина, для того щоб частки, що перебувають на поверхні рідини, опустилися на дно, повинне пройти доволі багато часу. Відстань, яку вони повинні подолати при осадженні, становить h_1 м.

Час осадження може бути скорочене, якщо зменшити ця відстань. Висоту посудини (В) зменшили, а площа збільшили для того, щоб обсяг залишився незмінним. Дистанція осадження (h_2) поменшалася до 1/5 від h_1, і час, необхідне для повного поділу фракцій, також сократилосьдо 1/5. Однак чим більше скорочуються дистанція й час осадження, тим більше потрібна площа посудини.

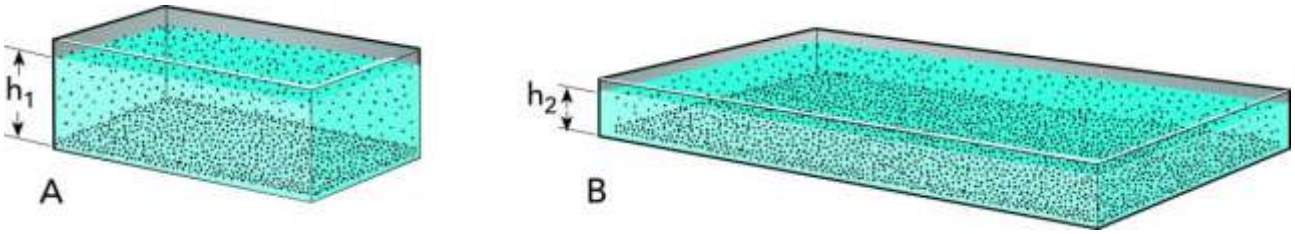

Рис. 4.5 Осаджувальні ємності, що мають однакові обсяги, але з різними дистанціями осадження (h1 і h2, h1 >h2).

4.2. БЕЗПЕРЕРВНЕ СЕПАРУВАННЯ ПІД ДІЄЮ СИЛИ ТЯЖІННЯ

Найпростіша посудина, у якій може здійснюватися безперервне відділення часточок різного діаметра від рідини, показано на рис. 4.6. Рідина, що містить зважені часточки, надходить у посудину з один його кінця й рухається в напрямку виходу на іншому кінці з певною пропускною здатністю. У міру просування часточки осідають із різною швидкістю залежно від їхніх діаметрів.

Перегородки збільшують продуктивність

Пропускна здатність розділової посудини може бути підвищена при збільшенні його площі, але при цьому посудина стане занадто громіздкою й незручним у роботі. Замість цього можна збільшити зону під осадження, установивши в посудині горизонтальні перегородки (див. рис. 4.7).

Тепер є ряд «розділових каналів», у яких осадження часток може відбуватися стій же швидкістю, що й у посудині, показаному на рис. 4.6. Загальна пропускна здатність посудини множиться на число таких каналів. Загальна наявна площа (*тобто* сумарна площа всіх перегородок) для осадження, помножена на число осаджувальних каналів, визначає максимальну пропускну здатність посудини при збереженні якості очищення, *тобто* не дозволяючи часткам з розмірами, що вище допускаються нестися очищеною рідиною.

При безперервнім відділенні суспензії від рідини в посудині з горизонтальними перегородками осаджувальні канали будуть в остаточному підсумку забиті частками, що осаджуються. Зрештою, процес зупиниться. У посудині з похилими перегородками, показаному на рис. 4.8 частки, що осідають на перегородках, під дією сили ваги зсковзують із екранів і збираються на дні посудини.

Чому частки, що осідають на перегородках, не захоплюються рідиною, що тече нагору між перегородками? Пояснення дане на рис. 4.9, на якім показаний розріз частини осаджувального каналу. Коли рідина тече між перегородками, її прикордонний шар, найближчий до перегородки, гальмується тертям так, що швидкість його падає до нуля. Стаціонарний прикордонний шар впливає на сусідній шар і так далі в напрямку до центру каналу, де швидкість максимальна. Виходить профіль швидкостей, як показано на малюнку, – ламінарний потік у каналі. Частки, що осіли в стаціонарній прикордонній зоні, таким чином, перебувають під дією тільки сили ваги.

Проектна площа використовується при розрахунках максимального потоку через посудину з похилими вставками.

Для повного використання продуктивності розділової посудини необхідно встановити як можна більшу поверхню. Для осадження часток відстань, прохідне при осадженні, не впливає на продуктивність, але якусь мінімальну ширину каналу необхідно витримувати, щоб не допустити забивання каналів осідаючими частками.

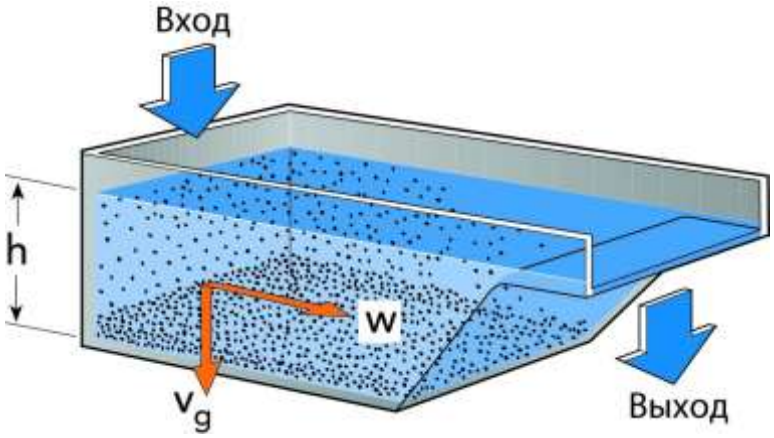

Рис. 4.6 Ємність для безперервного відділення твердих фракцій від рідини.

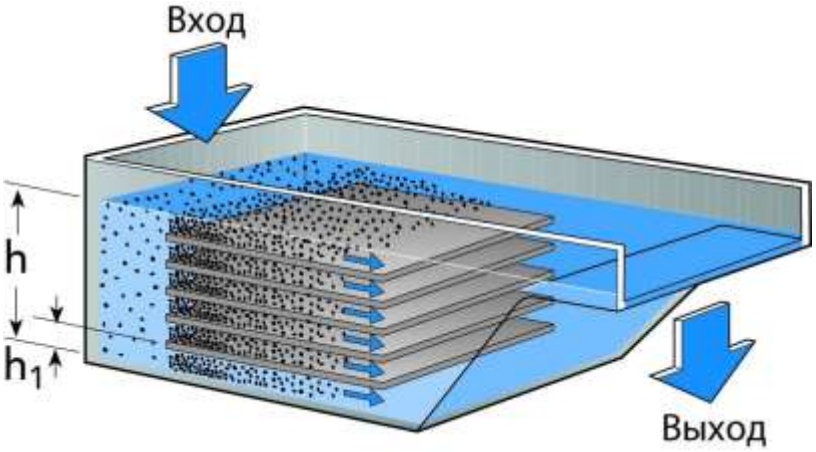

Рис. 4.7 Горизонтальні перегородки в розділовій посудині, збільшують осаждуваність.

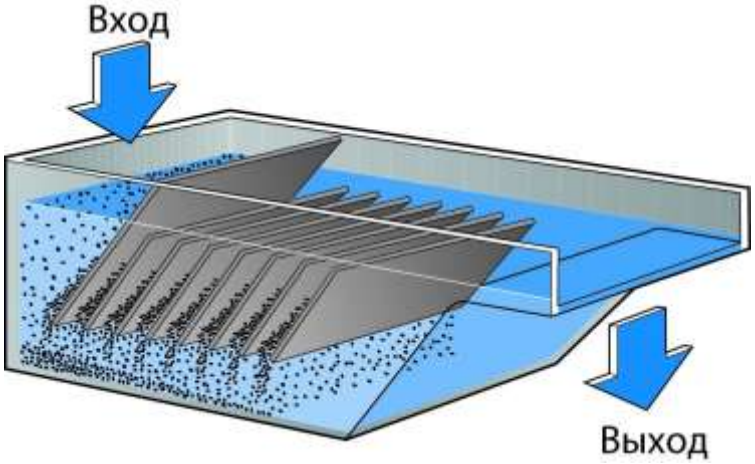

Рис. 4.8 Похилі перегородки в осаджувальній посудині формують ламінарні потоки, дозволяючи часткам зсковзувати вниз

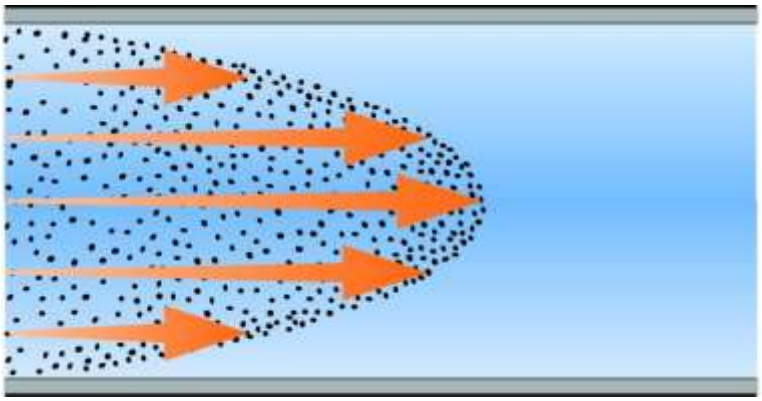

Рис. 4.9 Швидкості часток у різних точках розділового каналу. Довжина стрілки відповідає швидкості частки

БЕЗПЕРЕРВНИЙ ПОДІЛ ОДНІЄЇ ТВЕРДОЇ Й ДВОХ РІДКИХ ФАЗ

Для поділу двох змішаних рідин під дією сили ваги й одночасно для відділення від цієї суміші перемішаних з нею твердих часточок можна використовувати пристрій, подібне зображеному на рис. 4.10.

Суміш рухається зверху вниз від входу через отвір В. Граничний шар потім рухається в горизонтальному напрямку на рівні В. Починаючи із цього рівня, тверді частки, що мають більшу щільність, чому обидві рідини, осідають на дно посудини. Потім менш щільна із двох рідин піднімається до поверхні й переливається через верхній вихідний отвір B_1. Більш щільна рідка фаза рухається вниз і проходить під перегородкою B_2 назовні через нижній отвір. Перегородка B_2 виключає рух рідини з меншою щільністю в невірному напрямку.

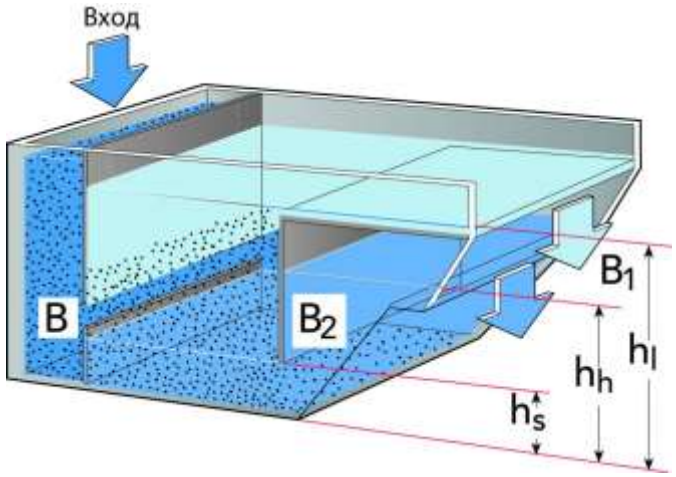

Рис. 4.10 Посудина для безперервного поділу двох рідких фаз і одночасного осадження твердих фракцій.

- В Вхід, В1 Переливний отвір для легкої рідини
- В2 Перегородка, що перешкоджає виходу легкої рідини через отвір для більш важкої рідини

4.3. ПОДІЛ ПІД ДІЄЮ ВІДЦЕНТРОВОЇ СИЛИ. ШВИДКІСТЬ ОСАДЖЕННЯ

Якщо посудина наповнили рідиною й почали обертати, як показано на рис. 4.11., виникає поле відцентрової сили. Воно створює відцентрове прискорення a. На відміну від сили тяжіння g у стаціонарній посудині, відцентрове прискорення не є постійним. Зі збільшенням відстані від осі обертання (радіус, r) і швидкості обертання, позначеної як кутова швидкість ω, відцентрове прискорення зростає (рис. 4.12).

Прискорення можна розрахувати за допомогою формули 2).

2) $$a = r\,\omega^2$$

Наступну формулу 3) одержуємо, якщо відцентрове прискорення **a**, виражене як $r\omega^2$, підставити замість прискорення сили ваги g у раніше наведену формулу 1, виведену із закону Стокса. Рівняння 3) можна використовувати для розрахунків швидкості осадження, **v**, кожної частки, що перебуває в центрифузі.

3) $$v_c = \frac{d^2 (\rho_p - \rho_l)}{18\eta} r\omega^2$$

Рис. 4.11 В обертовій посудині виникає відцентрова сила

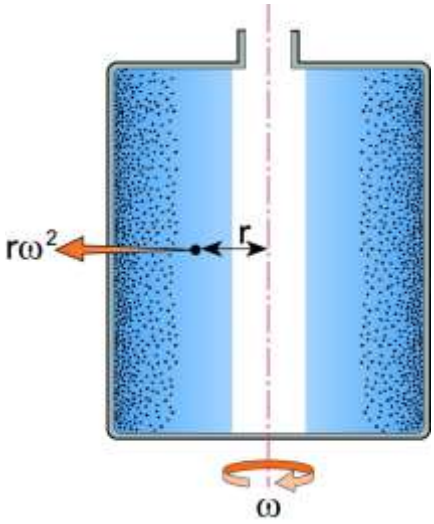

Рис. 4.12 Простий сепаратор

Швидкість спливання жирової кульки

Раніше розв'язок рівняння 1) показало, що швидкість спливання однієї жирової кульки діаметром 3 мкм під впливом сили ваги рівняється 0,166 х 10-6 м/сек або 0,6 мм/ч.

Тепер скористаємося рівнянням 3), щоб обчислити швидкість спливання жирової кульки того ж діаметра, що перебуває на радіальнім видаленні 0,2 м при обертанні центрифуги зі швидкістю n = 5 400 про/хв.

Кутова швидкість розраховується в такий спосіб:

$$4) \qquad \omega = \frac{2\pi \times n}{60} \text{ рад/с (радиан в секунду),}$$

якщо 2π = один оберт і n = оберти у хвилину (об/хв) при швидкості обертання (n) рівної 5 400 про/хв кутова швидкість (ω) складе: ω = 565,49 рад/с.

Швидкість осадження (v) у такому випадку буде:

$$v = \frac{(3 \times 10^{-6})^2 \times 48}{18 \times 1{,}42 \times 10^{-3}} \times 0{,}2 \times 565{,}49^2 = 0{,}108 \times 10^{-2} \text{ м/с,}$$

тобто 1,08 мм/с або 3 896,0 мм/год.

Розділивши швидкість осадження під дією відцентрової сили на швидкість осадження під впливом сили ваги, одержимо ефективність поділу в центрифузі в порівнянні з осадженням під дією сили ваги. Швидкість осадження в центрифузі в 3 896,0/0,6 ≈ 6 500 раз вище.

4.4. БЕЗПЕРЕРВНЕ ВІДЦЕНТРОВЕ ВІДДІЛЕННЯ ТВЕРДИХ ЧАСТОК (ОЧИЩЕННЯ)

На рис. 4.13 показаний барабан центрифуги для безперервного відділення твердої фракції від рідкої. Ця операція називається очищенням. Уявимо собі посудину для осадження, зображений на рис. 6.2.10, повернений на 90° і обертовий навколо осі обертання. Результат – відцентровий сепаратор у розрізі.

Розділові канали

На рис. 4.13 також видне, що в барабана центрифуги є вставки у вигляді конічних тарілок. Це збільшує площу, доступну для осадження. Тарілки опираються один на одного й створюють конструкцію, відому за назвою «пакет тарілок». До тарілок приварені радіальні смуги, які втримують їх на правильній відстані друг від друга. Так формуються розділові канали. Їхня ширина визначається товщиною радіальних смуг.

На рис. 4.14 показане, як рідина надходить у канал на зовнішньому краї (радіус r_1), випливає у внутрішнього краю (радіус r_2) і далі рухається до виходу. При проходженні по каналу часточки осаджуються, рухаючись назовні, у напрямку тарілки, яка відіграє роль зовнішньої границі каналу.

Швидкість рідини не однакова для всіх частин каналу. Вона змінюється від майже нульової в безпосередній близькості до тарілок до максимальної в центрі каналу. Відцентрова сила діє на всі часточки, виштовхуючи їх на периферію сепаратора зі швидкістю осадження v. У результаті часточка рухається одночасно й зі швидкістю w разом з рідиною, і зі швидкістю осадження v у радіальному напрямку – на периферію.

Результуюча швидкість vp є сумою двох цих рухів. Часточка рухається в напрямку, зазначеному вектором vp. Для простоти передбачається, що часточка рухається по прямій, як показано на малюнку пунктирною лінією.

Для того щоб відділитися, часточка повинна осісти на верхній пластині до влучення в крапку B', *тобто* на радіусі, рівному або більшому, ніж r_2. Після того як часточка осіла, її вже не може віднести із собою потік рідини, оскільки його швидкість у поверхні тарілки дуже мала. Тому вона зсковзує назовні по нижній поверхні диска під впливом відцентрової сили, попадає на зовнішній край у крапки B и осідає на зовнішній стінці барабана центрифуги.

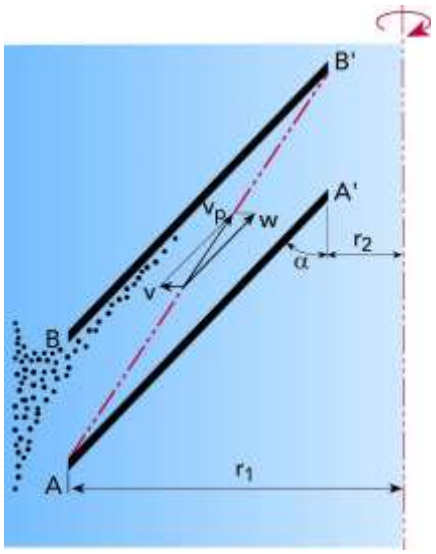

Рис. 4.14 Спрощена схема розділового каналу й руху твердої частки в рідині під час поділу.

ГРАНИЧНА ЧАСТКА

Гранична частка – це частка такого розміру, що якщо вона почне рухатися від найменш сприятливого місця, *а саме* від крапки А (див. рис. 4.15), то вона досягне верхньої тарілки тільки в крапці В'. Усі часточки більше граничної будуть відділені.

На малюнку видне, що й деякі більш дрібні, чому гранична, часточки теж будуть відділені, якщо вони потраплять у канал у крапці З, десь між А и В. Чим дрібніше часточка, тем ближче З повинне бути до В, щоб відбулося відділення.

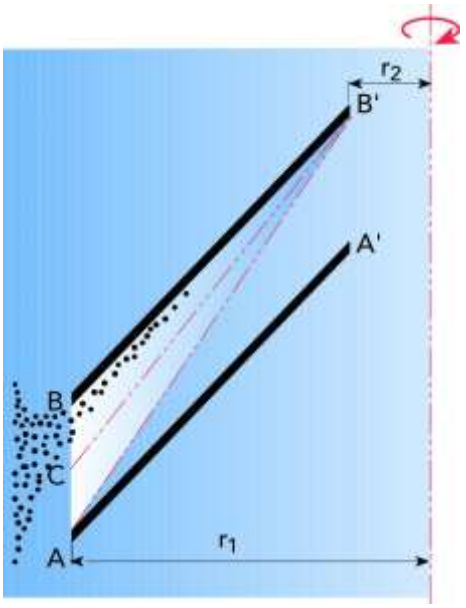

Рис. 4.15 Частки більші, чому гранична частка, будуть відділені, якщо вони перебувають у зафарбованій зоні.

БЕЗПЕРЕРВНЕ ВІДЦЕНТРОВЕ СЕПАРУВАННЯ МОЛОКА КЛАРИФИКАЦИЯ (ОЧИЩЕННЯ)

У відцентровому очиснику молоко попадає в розділові канали з боку зовнішнього краю тарілкового пакета, тече усередину по каналах у радіальному напрямку убік осі обертання й випливає назовні через випускний отвір у верхній частині, як показано на рис. 4.16. У процесі руху потоку через тарілковий пакет тверді домішки відділяються й направляються у зворотну сторону уздовж нижніх поверхонь тарілок – на периферію барабана очисника. Там вони накопичуються у відстійнику. У міру проходження молока по всій радіальній ширині тарілок часу виявляється досить для виділення з нього й дуже дрібних часток. Найбільш типовою відмінністю між відцентровим очисником і сепаратором є конструкція пакета тарілок. В очисника відсутні розподільні отвори й відкриті отвори по периферії. Крім того, в очисника є всього один вихідний отвір, у той час як у сепаратора їх два.

Очищення = видалення твердих часток з рідини

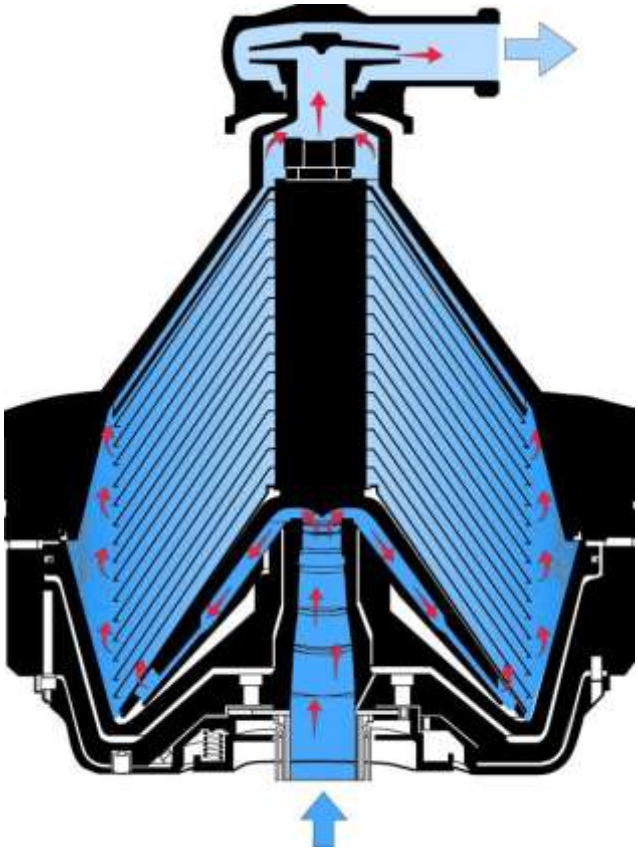

Рис. 4.16. У барабані відцентрового очисника молоко попадає в тарілковий пакет з боку периферії, звідки по каналах переміщається до центру.

4.5. СЕПАРУВАННЯ

Пакет тарілок відцентрового сепаратора постачений вертикально розташованими розподільними отворами. На рис. 4.17 схематично показане, як жирові кульки відділяються від молока в дисковому пакеті відцентрового сепаратора. Більш докладно цей процес проілюстрований на рис. 4.18.

Молоко подається через вертикально розташовані розподільні отвори в тарілках на певній відстані від краю пакета тарілок. Під дією відцентрових сил у міжтарілчастому просторі траєкторія руху механічних домішок і жирових кульок змінюється залежно від співвідношення щільності даних фракцій і плазми молока.

Як і в очиснику *більш щільні тверді домішки* будуть швидко осаджуватися в напрямку периферії сепаратора й збиратися у відстійнику. Осадженню твердої фракції також сприяє та обставина, що в цьому випадку знежирене молоко в каналах рухається від центру в напрямку периферії пакета тарілок.

Вершки, *тобто* жирові кульки, мають *меншу щільність*, чому знежирене молоко, і тому *рухаються* в каналах по напрямкові *усередину*, до осі обертання. Вершки направляються до осьового вихідного отвору.

Знежирене молоко рухається від центру за межі пакета тарілок, проходить по каналу, утвореному конічною кришкою барабана сепаратора й верхи розділової тарілки, до концентричного виходу для знежиреного молока.

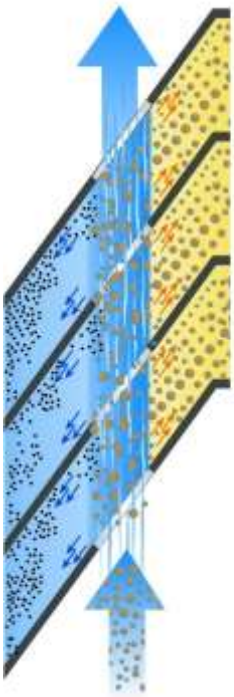

Рис. 4.18. Частина пакета тарілок у розрізі показує, як молоко надходить через розділові отвори, а кульки жиру відділяються від знежиреного молока

Ступінь знежирення

Кількість жиру, яку можна відокремити від молока, залежить від конструкції сепаратора, швидкості проходження через нього молока й спектра розмірів жирових кульок.

Самі дрібні жирові кульки (діаметром < 1 мкм) не встигають спливти при даній швидкості потоку й несуться із сепаратора разом зі знежиреним молоком. Звичайно залишковий зміст жиру в такім молоці становить від 0,04 до 0,07 %, і говорять, що установка забезпечує ступінь знежирення молока від 0,04 до 0,07.

Якщо зменшити витрата молока через сепаратор, поменшається швидкість його проходження по розділових каналах. Це дасть жировим кулькам більше часу для спливання й виходу назовні через отвір для вершків. Відповідно, зі зменшенням продуктивності сепаратора ступінь знежирення молока буде збільшуватися, і навпаки.

Рис. 4.19 Тарілковий пакет з розподільними отворами й дистанціюючими наклепками.

Жирність вершків

Незбиране молоко, що направляється в сепаратор, виходить із нього у вигляді двох потоків – знежиреного молока й вершків, де вершки звичайно становлять близько 10 % від усього обсягу. Частина, відділена у вигляді вершків, визначає жирність вершків. Якщо жирність незбираного молока становить 4 %, а пропускна здатність сепаратора рівна 20 000 л/година, то загальна кількість жиру, що проходить через сепаратор, буде:

$$\frac{4 \times 20\,000}{100} = 800 \text{ l/h}$$

Допустимо, потрібно одержати вершки жирністю 40 %. Ця кількість жиру повинна бути розчинене в певному обсязі знежиреного молока. Загальна кількість рідини у вигляді 40 % вершків складе:

$$\frac{800 \times 100}{40} = 2000 \text{ l/h}$$

800л/г – це чистий молочний жир, а, що залишилися 1 200 л/г – знежирене молоко. Установка дросельних заслінок на патрубках виходу вершків і знежиреного молока дозволяє регулювати відносні обсяги двох потоків для того, щоб одержати необхідну жирність вершків.

Протягом періоду лактації в корови, тобто від отелення до припинення лактації, розмір кульок жиру міняється. Відразу після отелення звичайно переважають більші кульки, а до кінця періоду лактації зростає число маленьких кульок.

Вивантаження твердого осаду

Тверда фракція, що збирається у відстійнику барабана сепаратора, складається із соломи, вовни, кліток вим'я, білих кров'яних тілець (лейкоцитів), червоних кров'яних тілець (еритроцитів), мікроорганізмів і т.п. Загальний зміст осаду в молоці може бути різним, але звичайно становить близько 1 кг на 10 000 літрів. Обсяг відсіку для нагромадження осаду залежить від розмірів сепаратора, звичайно він становить 10–20 л.

У молочних сепараторах з ручним вивантаженням осаду досить часто доводиться вручну розбирати барабани й очищати ці відстійники. Це вимагає чималих витрат ручної праці. Самоочисні барабани сепараторів або барабанні сепаратори з безперервним вивантаженням зібраного осаду оснащені пристосуваннями для автоматичного видалення осаду, що нагромадився, через установлені інтервали. Це усуває необхідність ручного очищення. Система вивантаження твердої фракції описана наприкінці цієї глави, у розділі «Система вивантаження».

Звичайно вивантаження твердої фракції відбувається через 30 або 60 хвилинні інтервали в процесі сепарації молока.

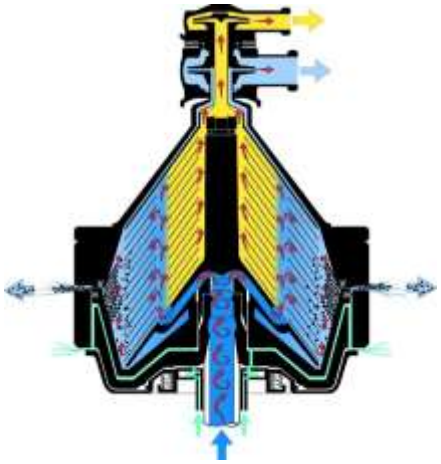

Рис. 4.20 Викид твердої фракції при короткочаснім відкритті осаджувального простору на периферії барабана.

ПРИНЦИП ПРИСТРОЮ ВІДЦЕНТРОВОГО СЕПАРАТОРА

На рис. 4.21 і 4.22, що показують самоочисний сепаратор у розрізі, видне, що його барабан складається із двох основних деталей – корпуса й ковпака. Вони з'єднуються за допомогою різьбового запірного кільця. Пакет тарілок затиснутий між кришкою барабана й тарілкотримачем у центрі барабана. Існують два типи сучасних сепараторів – напівгерметичні й герметичні.

Напівгерметична конструкція

Відцентрові сепаратори з напірними дисками у вихідного отвору (рис. 4.21) називаються напівгерметичними (на відміну від більш старих сепараторів відкритого типу зі зливом через край).
У напівгерметичних сепараторах молоко подається в барабан через вхідний отвір, що звичайно перебуває нагорі, по нерухливій осьовій впускній трубі.

Зробивши в оребрений напірний диск (4), молоко розганяє до швидкості обертання барабана, перш ніж попадає усередину розділових каналів пакета тарілок (3). Під дією відцентрових сил молоко відкидається на периферію й утворює кільце із циліндричною внутрішньою поверхнею. Відбувається це в контакті з повітрям при атмосферному тиску, а це значить, що тиск молока на поверхні також рівно атмосферному. Тиск постійний наростає в міру видалення від осі обертання й досягає максимального значення на периферії барабана.

Більш важкі тверді частки спрямовуються від центру й осідають у камері для збору осаду. А вершки рухаються убік осі обертання й проходять по каналах, що ведуть до камери відділення вершків (2). Знежирене молоко залишає пакет тарілок у зовнішнього краю й проходить між верхньою тарілкою й ковпаком барабана в камеру збору знежиреного молока (1).

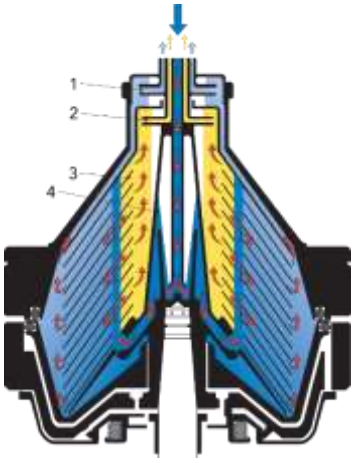

Рис. 4.21 Напівгерметичний (напірний диск) самоочисний сепаратор
1 - Камера відділення знежиреного молока, 2 - Камера відділення вершків
3 - Пакет дисків, 4 - Тарілкотримач

Напірний диск

У напівгерметичному сепараторі випускні отвори для вершків і знежиреного молока обладнані так називаними напірними дисками, один з яких показаний на рис. 4.22. Завдяки такому пристрою вихідних отворів напівгерметичні сепаратори звичайно називаються сепараторами з напірними дисками.

Краю стаціонарних напірних дисків занурені в обертовий стовп рідини, постійно відокремлюючи якусь кількість. Кінетична енергія обертової рідини перетвориться в тиск усередині напірного диска, і цей тиск завжди дорівнює падінню тиску у випускному трубопроводі.

Збільшення вихідного тиску означає, що рівень рідини в барабані рухається убік осі. Так автоматично компенсується дросель – ефект на виході. Для запобігання аерації продукту необхідно, щоб напірні диски були повністю занурені в рідину.

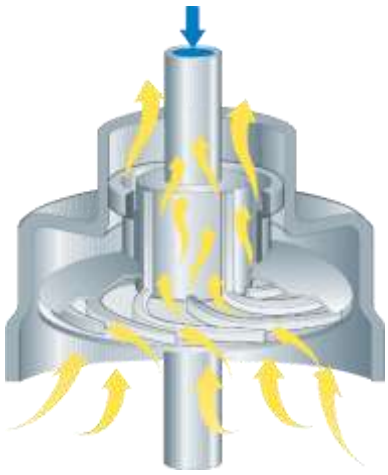

Рис. 4.22 Вихід напірного диска у верхній частині напівгерметичного барабана

Герметична конструкція

У герметичному сепараторі молоко подається в барабан через порожнє веретено. Воно здобуває ту ж швидкість, з якої обертається барабан, а потім направляється до розподільних отворів пакета тарілок.

Під час роботи барабан герметичного сепаратора повністю заповнений молоком. У його центрі відсутній повітря. Герметичний сепаратор, таким чином, може вважатися частиною закритої трубопровідної системи.

Тиск, створюваний насосом, що перебувають зовні, що нагнітають продукт, досить для подолання опору потоку, що йде через сепаратор до випускного насоса, у вихідних отворів для вершків і знежиреного молока.

Діаметр крильчатки насоса можна регулювати для створення необхідного тиску на виході.

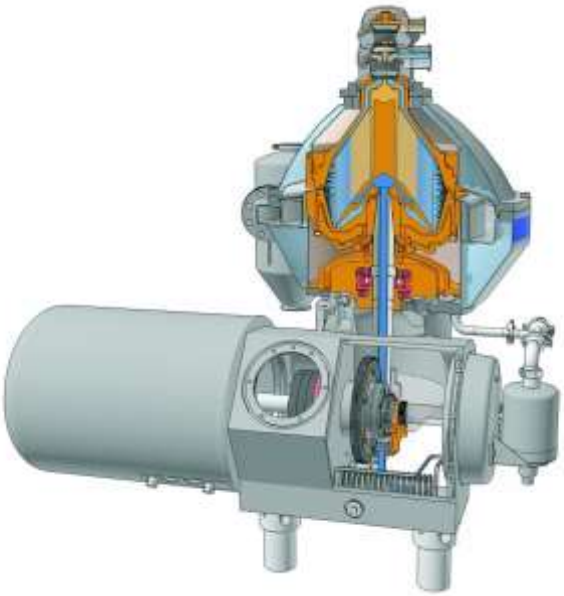

Рис. 4.24 Герметичний сепаратор у розрізі
11. Кришка станини 12. Гідроциклон 13. Мотор 14. Редуктор 15. Керуюча гідросистема 16. Порожнє веретено

КОНТРОЛЬ ЖИРНОСТІ ВЕРШКІВ СЕПАРАТОР З НАПІРНИМИ ДИСКАМИ

Кількість вершків, що виходить із сепаратора з напірними дисками, визначається положенням дросельного клапана на вихідному патрубку для вершків. При постійно відкритому клапані із цього патрубка буде виходити все більшу кількість вершків із усі меншим змістом жиру.

Заданий обсяг вихідних вершків визначає зміст у них жиру. Якщо жирність незбираного молока становить 4 % і коштує завдання одержати вершки жирністю в 40 %, продуктивність на виході повинна бути встановлена в 2 000 л/година (відповідно до зробленого вище розрахунків). За допомогою регулювального клапана на виході знежиреного молока задається певний тиск відповідно до типу даного сепаратора і його пропускною здатністю. Потім проводиться регулювання дросельного клапана (2) на вихідному патрубку для вершків, щоб одержати такий обсяг потоку, який буде забезпечувати задану жирність вершків.

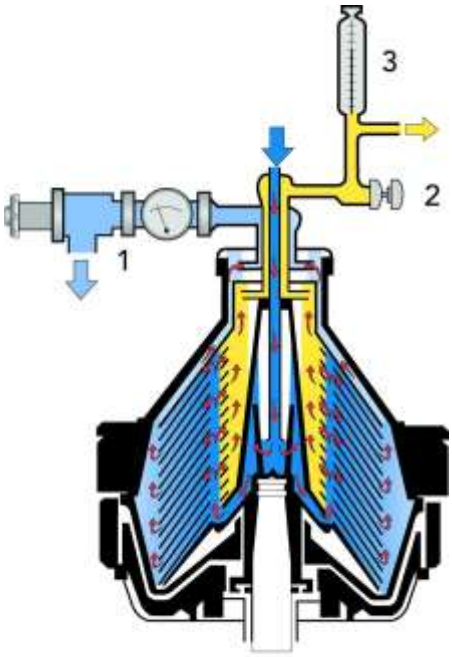

Рис. 4.25 Сепаратор з напірними дисками із пристроями для ручного регулювання на вихідних патрубках.
1. Вихідний патрубок для знежиреного молока з регулювальним клапаном
2. Дросельний клапан для вершків 3. Витратомір вершків

Кожна зміна потоку вершків на виході буде відбиватися в обернено пропорційній залежності на виході знежиреного молока. На вихідному патрубку знежиреного молока встановлений автоматичний пристрій, що підтримує в цьому місці постійний протитиск, незалежно від змін параметрів потоку вершків.

Витратомір вершків

Обсяг вершків, що виходять із сепаратора з напірними дисками, контролюється клапаном (2) із вбудованим витратоміром (3). Розмір відкриття клапана можна змінювати за допомогою регулювального гвинта, при цьому відрегульований потік рухається по градуйованій скляній трубці. У трубці перебуває циліндричний поплавець, який піднімається потоком вершків по градуйованій шкалі на рівень, що змінюється залежно від витрати й в'язкості вершків.

Аналізуючи жирність вступника в сепаратор молока й прораховуючи кількість вершків з необхідним змістом жиру, який повинний бути з нього отримане, можна попередньо оцінити витрата й, відповідно, відрегулювати дросельний клапан. Остаточне регулювання виконується після проведення аналізу жирності вершків. У результаті оператор знає, де повинен перебувати поплавець при правильній жирності вершків.

На жирність вершків впливають: жирність незбираного молока, що надходить у сепаратор, і зміна потоку в лінії. Для виміру жирності вершків також застосовуються інші інструменти (*наприклад*, автоматичні системи, вбудовані в трубопровід), у комбінації зі спеціальними регулюючими системами, що підтримують цей показник на постійному рівні.

ГЕРМЕТИЧНИЙ СЕПАРАТОР

На рис. 4.26 показаний автоматичний регулятор, що підтримує постійний тиск у герметичному сепараторі. Зображений клапан є мембранним клапаном, а необхідний тиск продукту регулюється подачею стисненого повітря на діафрагму.

У процесі поділу на діафрагму постійно натискають зверху – стиснене повітря, а знизу продукт – знежирене молоко. Якщо тиск знежиреного молока знизиться, установлений тиск повітря буде зміщати діафрагму вниз. Пробка клапана, установлена на діафрагмі, опуститься й зменшить отвір. У результаті тиск знежиреного молока зросте до заданого рівня. Протилежним образом клапан відреагує при надмірному росту тиску знежиреного молока, у результаті чого воно знизиться до встановленого рівня.

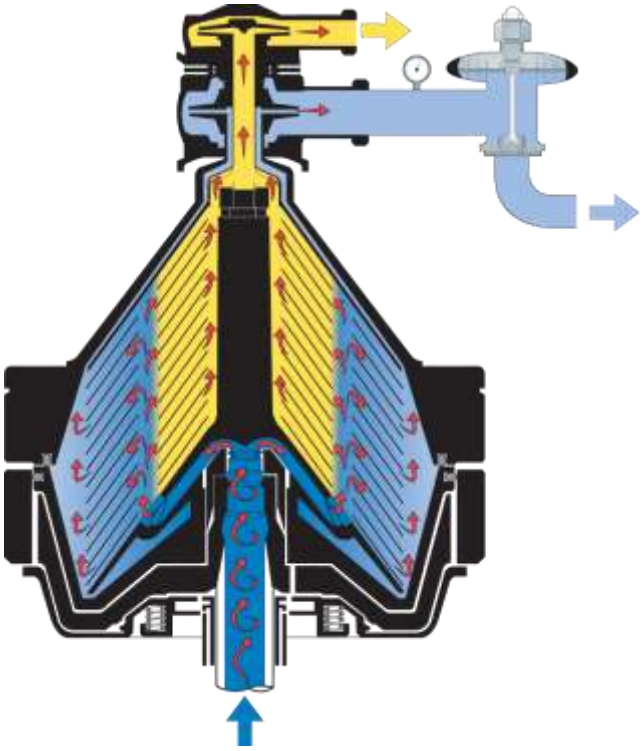

Рис. 4.26 Барабан герметичного сепаратора з вузлом автоматичної підтримки постійного тиску на виході знежиреного молока.

ВІДМІННІСТЬ У ДІЇ ВИХІДНИХ ПРИСТРОЇВ У СЕПАРАТОРІВ З НАПІРНИМИ ДИСКАМИ Й ГЕРМЕТИЧНОГО ТИПУ

Рис. 4.27 – це спрощена схема вихідних пристроїв для вершків у сепараторів з напірними дисками й герметичного типу. Також показана істотна відмінність між цими машинами. У сепараторі з напірними дисками зовнішній діаметр напірного диска повинен бути занурений в обертовий стовп рідини. Глибина занурення визначається жирністю вершків. Найбільша жирність зосереджена у внутрішньому шарі вершків у сепараторі. Далі, у міру росту діаметра зміст жиру постійно знижується.

Чим вище жирність вершків, що надходять із сепаратора, тим більше відстань від їхнього внутрішнього шару до зовнішньої периферії напірного диска, тому що чому масніше вершки, тем ближче вони до центру. Відповідно, якщо встановлене, що на виході повинні бути вершки жирністю в 40 %, те та їхня частина, що перебуває ближче до центру, свідомо масніше. Вершки будуть мати більшу частку жиру в порівнянні з тими, які повинні бути на виході із сепаратора. Це може привести до руйнування жирових кульок через підвищене тертя в зоні, найбільш близької до центру, у безпосередній близькості від повітряного стовпа. У результаті відбудеться руйнування жирових кульок, що викличе проблеми з їхнім злипанням один з одним і підвищення чутливості до окиснення й гідролізу.

У герметичному сепараторі вершки забираються із центру, де їх жирність максимальна. Тому надмірна концентрація не є необхідною.

При виробітку вершків з високим змістом жиру ще більше значення набуває різниця в роботі вихідних пристроїв. При жирності в 72 % концентрація настільки висока, що жирові кульки практично стосуються друг друга. У сепараторах з напірними дисками одержати вершки з більш високою жирністю неможливо, оскільки вершки повинні були б бути занадто концентрованими. Необхідний тиск неможливий створити в сепараторі з напірними дисками. У герметичних сепараторах можна створювати високі тиски, що дозволяють відокремлювати вершки із часток жиру вище 72 %.

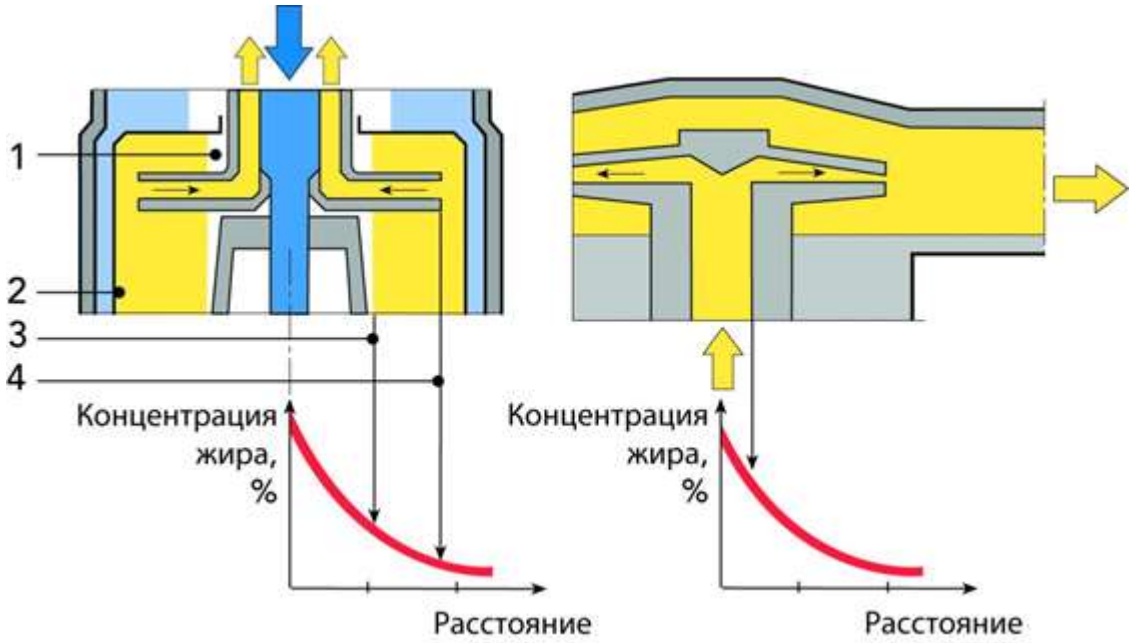

Рис. 4.27 Вихідні пристрої для вершків у сепараторів з напірними дисками й герметичного типу й відповідна до концентрації жиру вершків на різних дистанціях.

1. Стовп повітря
2. Зовнішній рівень вершків
3. Внутрішній рівень вершків
4. Рівень необхідної жирності вершків

СИСТЕМА ВИВАНТАЖЕННЯ

Виробництво й безрозбірна мийка

Під час сепарування внутрішнє рухливе дно барабана під впливом гідравлічного тиску з боку води, що перебуває під ним, притискається до ущільнювального кільця в кришці барабана. Положення рухливого дна барабана визначається різницею тисків, надаваних на нього зверху з боку продукту й знизу з боку води.

Осад від продукту й розчинів системи безрозбірної мийки збирається в шламовому просторі в нижній частині периферії барабана до того моменту, коли він викидається назовні. Для ефективного очищення більших площ у барабані більших центрифуг більші обсяги осаду й рідини виводяться назовні при воднім промиванні в циклі очищення.

Вивантаження

Процедура вивантаження осаду може бути запущена автоматично таймером або яким-небудь датчиком, а також вручну – натисканням кнопки.

Процедура вивантаження осаду може варіюватися залежно від типу центрифуги, але найчастіше в барабан центрифуги подається певний обсяг води для ініціювання витиснення « компенсаційної води». Після того як вода відкачується з-під рухливого дна барабана, воно миттєво опускається, і осад віддаляється по периферії барабана. Для закриття барабана нова компенсаційна вода автоматично надходить із допоміжної системи (ємність з технічной водою). Ця вода піднімає рухливе дно барабана, притискаючи до ущільнювального кільця. Вивантаження осаду займає десяті частки секунди. Станина центрифуги поглинає енергію осаду, що залишає обертовий барабан. Осад вивантажується зі станини під впливом сили ваги в каналізацію, спеціальну ємність або насос.

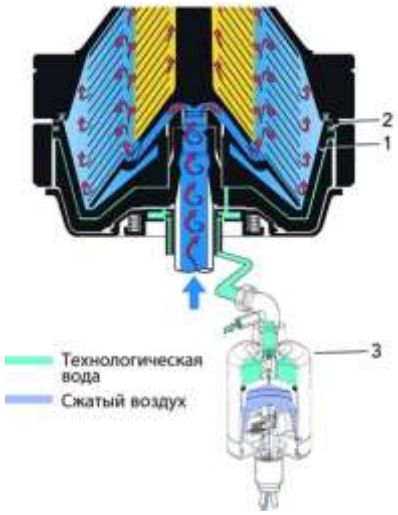

Рис. 4.28 Система вентилів, що подає технологічну воду в сепаратор, гарантує належне вивантаження осаду.

1. Рухливе дно барабана. 2. Отвір для вивантаження осаду. 3. Ємність із технологічною водою

4.6 Програма та методика експериментів

Сучасні економічні та екологічні вимоги до сільськогосподарських виробництв вимагають їх постійної раціоналізації та удосконалення. Це стосується як технічного удосконалення самого технологічного обладнання, так і дослідження режимів його роботи, та раціональної її організації. Лише поєднання цих складових дозволить модернізувати процес виробництва продукції відповідно до сучасних економічних вимог.

Наукова проблема полягає в малій ефективності процесу відділення вершків (жиру) від молока при роботі сепараторів-вершковідділювачів в умовах тваринницьких підприємств.

Метою дослідження є підвищення ефективності технологічного процесу отримання вершків на основі оптимізації режимів роботи сепаратора.

Об'єкт дослідження: технологічний процес сепарації та сепаратор.

Предмет дослідження: взаємозв'язок технологічних, конструктивних та режимних параметрів на якість відділення вершків.

Відповідно до мети роботи визначені основні завдання дослідження:

1. Виявити основні параметри, що впливають на процес сепарації.

2. Обґрунтувати конструктивні та режимні параметри на ефективність сепарації молока в умовах тваринницьких підприємств.

3. Оцінити питомі витрати на технологічний процес сепарації молока.

Методи дослідження: в основу теоретичних досліджень покладені методи математичного моделювання технологічного процесу сепарації молока, аналізу та синтезу, методи математичної статистики.

Дослідження процесу сепарації молока, визначення закономірностей, взаємозв’язку його елементів здійснювали за принципом системного підходу. Для вибору оптимального співвідношення факторів розглядали процес дозування як кібернетичну схему.

Рис 4.0. Кібернетична схема процесу сепарації молока.

На схемі зліва приведені основні фактори, за допомогою яких можна керувати процесом сепарації молока. Найвагомішими з них є:

n – частота обертання, $с^{-1}$;

d –діаметр барабана, м;

S - подача (швидкість потоку) молока, л/с.

Параметри відклику можуть бути:

q – жирність вершків, %;

ξ - жирність знежиреного молока, %;

4.7. Результати експериментальних досліджень

Фактори, що впливають на отримання вершків з молока

Молочні продукти традиційно користуються високим попитом у населення. Щоб отримати їх високої якості необхідно забезпечити якісну і повну переробку молочної сировини. Молочний жир є другим по цінності після білків компонентом молока і становить приблизно 30% його сухої речовини. На забезпечення повного та якісного виділення його з молока впливають такі взаємопов'язані критерії:

- Поживна цінність, що залежить від породи великої рогатої худоби, періоду лактації, клімату і кормової бази.
- Фізичні властивості, що залежать від якості механічної та теплової обробки.
- Хімічні властивості, що залежать від ферментативних реакцій, впливу бактерій.
- Економічна доцільність, що залежить від ефективності процесів переробки молока.

Крім конструктивних особливостей обладнання при відцентровій сепарації цільного молока, велике значення для залишкового вмісту жирів в сепарованому молоці мають ряд факторів виробництва молока а також технічних і інженерних параметрів. Це і сезонні зміни в кількості і якості отримуваного від корів молока, зміни харчової цінності складу кормів, а також відсутність або недостатній контроль за періодом лактації тощо. Залежно від цього молоці можуть змінюватися: частка молочного жиру Ж, сухий залишок молока С і сухий знежирений молочний залишок СЗМЗ.

Також різкий перепад температур в інтервалі 20-30 °С при обробці молока може стати причиною високого рівня вільних жирів. Як видно (рис. 4.1), близько температури 15 °С існує невеликий інтервал, оптимальний для утворення вільних жирних кислот.

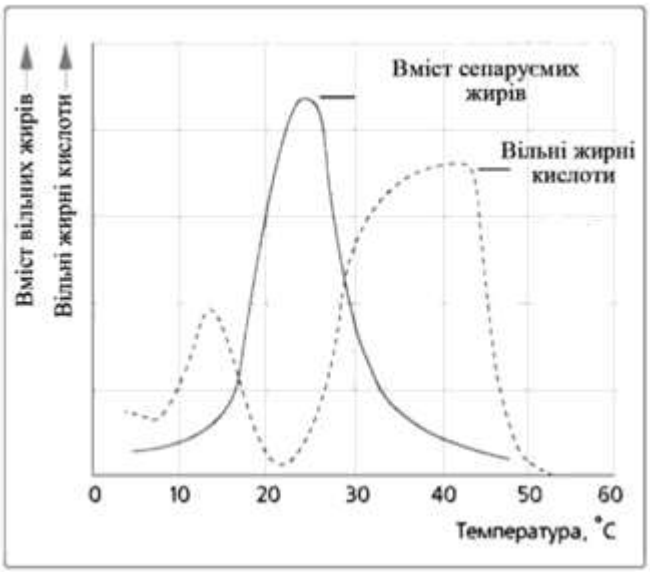

Рис. 4.1 - Якісна характеристика вмісту вільних жирів і вільних жирних кислот після впливу механічної обробки на молоко або вершки

Відповідно до прийнятої сучасної практики збору молока є необхідність його зберігання молока охолодженим при температурі 3-5 °С. Сепарованість такого молока знижується, оскільки, при тривалому зберіганні молока при низьких температурах маленькі «крапельки води» зв'язуються з жировими кульками і при одночасному механічному впливі в мембрані жирових кульок відбуваються структурні зміни. Як наслідок, в сепарованому молоці залишається більше жирів, тобто підвищується їх залишковий вміст (рис.4.2).

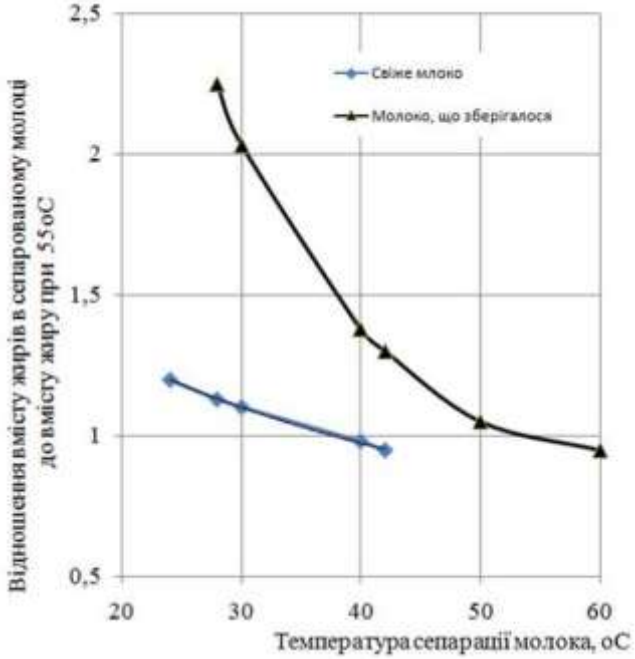

Рис. 4.2 - Залишковий вміст жирів після переробки незбираного молока, що зберігався охолодженими, і свіжого незбираного

На процес сепарування також здійснює вплив різниця розмірів жирових кульок, що містяться в цільному молоці. Для незбираного молока спостерігається відносно невелика відмінність гранулометричного складу жирових кульок (рис. 4.3.). Зовсім іншу картину гранулометричного складу жирових кульок спостерігаємо в сепарованому (очищеному від домішок) молоці (рис. 4.4.).

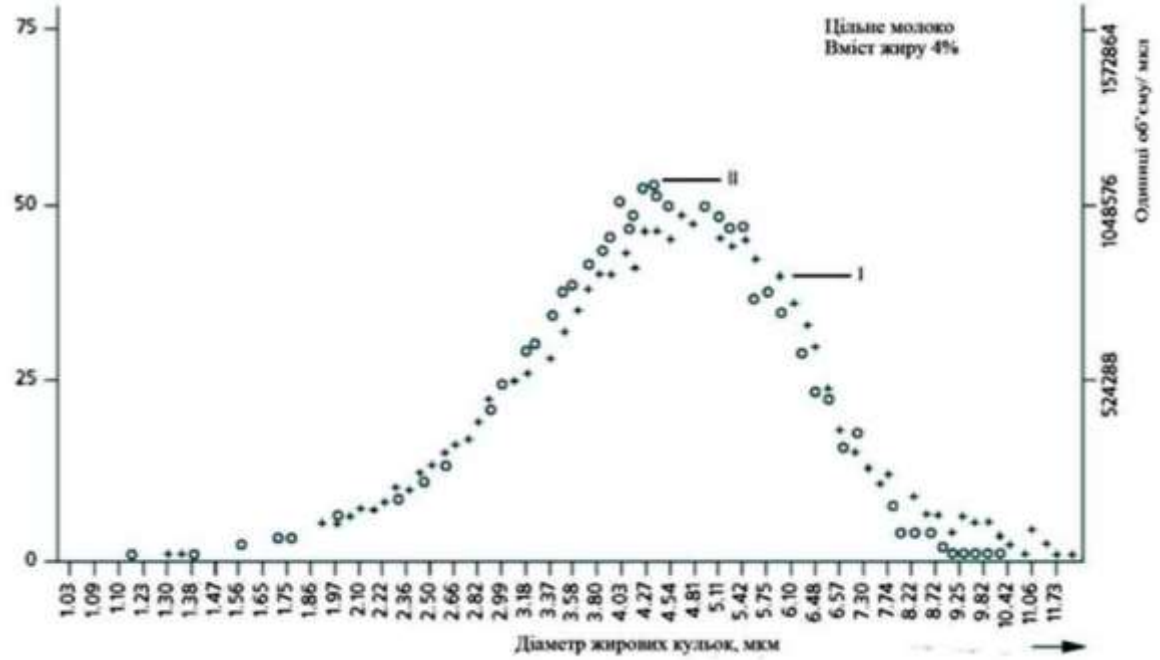

Рис. 4.3. - Гранулометричний склад жирових кульок в цільному молоці
Значення I і II для різних регіонів збору молока

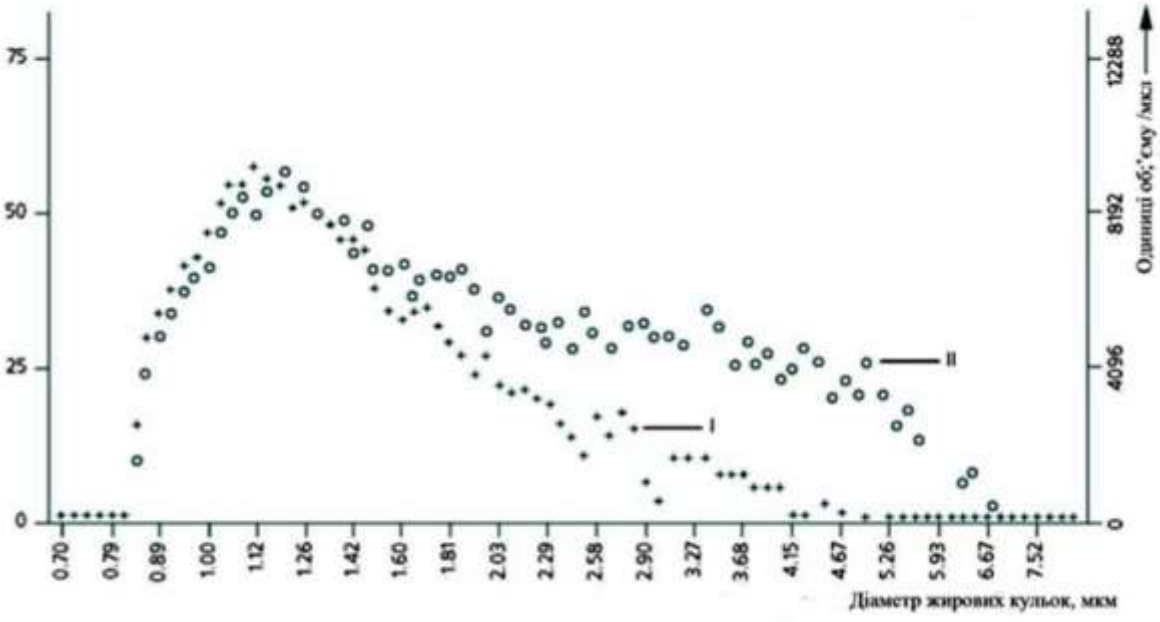

Рис. 4.4- Гранулометричний склад жирових кульок в сепарованому молоці.
Значення I і II для різних регіонів збору молока

Для забезпечення якісної переробки молока слід чітко дотримуватись всіх технологічних вимог, починаючи з приймання молока на молокозаводі. Важливо максимально виключити контакт з зовнішнім повітрям при розвантаженні та заповненні автоцистерни. Навіть від типу і конструкції використовуваної мішалки залежить подальша якість сировини. Відзначено негативний вплив на якість молока дроселювання насосів (60-70% їх максимальної швидкості), що приводить до збільшення залишкового вмісту жирів в сепарованому молоці більше ніж на 10%.

Дослідження впливу температури на процес відцентрового розділення молока

Температура при якій здійснюється процес сепарації також суттєво впливає на її якість. Швидкість відцентрового осадження залежить від таких параметрів: різниці густин розділюваних компонентів, розміру жирових кульок, в'язкості рідини, швидкості обертання БС, його радіуса, площі осадження тарілок.

Дослідженнями встановлено [3, 4], що оптимальна температура сепарування продукту 55 °С. При температурах > 60 °С в молоці відбувається «осадження» білка, що негативно впливає на сепарування, оскільки з них утворюється тонка плівка на поверхні тарілки і МП зменшується.

Встановлено залежність фізичних параметрів оброблюваного продукту від температури, що відповідно впливає на якість процесу сепарування молока. Отримані графічні залежності, наведені на рис 4.5, 4.6 дають уявлення про характер цих залежностей, але для подальшого аналізу їх сумісного впливу з конструктивними параметрами вони є не зручними. Тому шляхом комп’ютерної обробки за допомогою програми Microsoft Excel, були отримані емпіричні залежності, які можна далі використовувати в комп’ютерних розрахунках та для побудови графіків.

Для густини (г/см^3) отримані такі рівняння від температури ^{o}С :

для сепарованого молока $p = 1.066 \cdot t^{-0,01}$ (4.1)

з достовірністю апроксимації $R^2 = 0.995$

для вершків $p = 1.095 \cdot t^{-0,03}$ (4.2)

з достовірністю апроксимації $R^2 = 0.971$

для молочного жиру $p = 0.967 - 1 \cdot 10^{-5} t^2$ (4.3)

з достовірністю апроксимації $R^2 = 0.999$

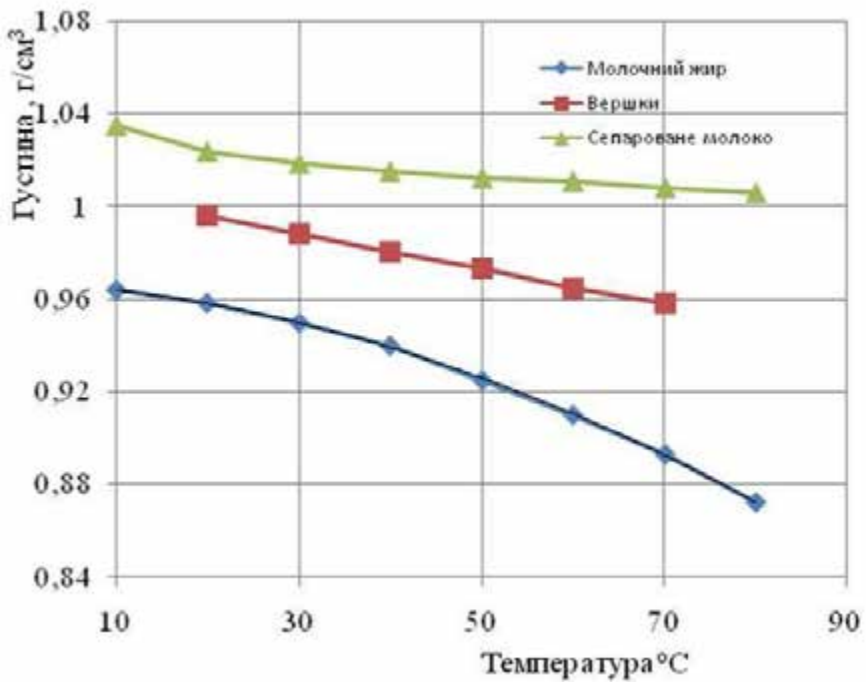

Рисунок 4.5. - Залежність густини молочних продуктів від температури

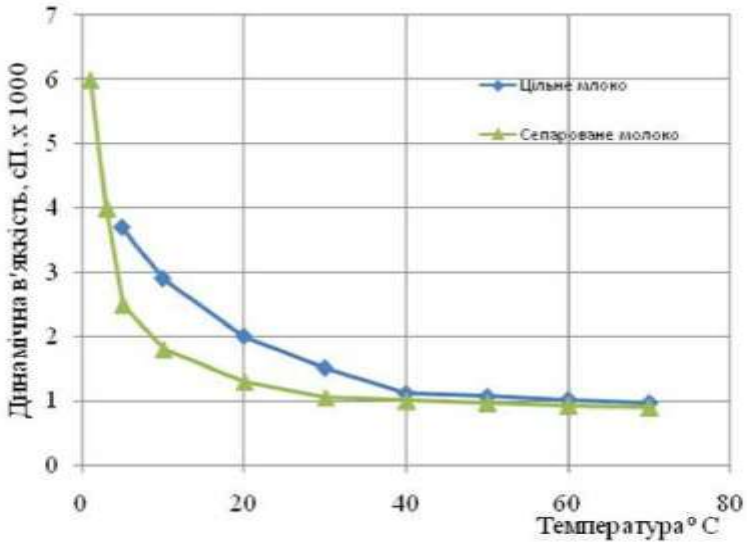

Рисунок 4.6 - Залежність динамічної в'язкості від температури

Для динамічної в'язкості (сПх1000) отримані такі рівняння від температури °С :

для цільного молока $\mu = 9.779 \cdot t^{-0,55}$ (4.4)

з достовірністю апроксимації $R^2 = 0.98$

для сепарованого молока $\mu = 5.772 \cdot t^{-0,46}$ (4.5)

з достовірністю апроксимації $R^2 = 0.979$

Отримані рівняння прості та зручні для розрахунків.

Регулювання тиску вивантаження, необхідне для контролю жирності вершків, не впливає ефективність сепарації до «обмежуючої зони» (див. рис. 4.7). Якщо перейти межі зони, можна очікувати невеликого підвищення залишкового вмісту жирів у сепарованому молоці.

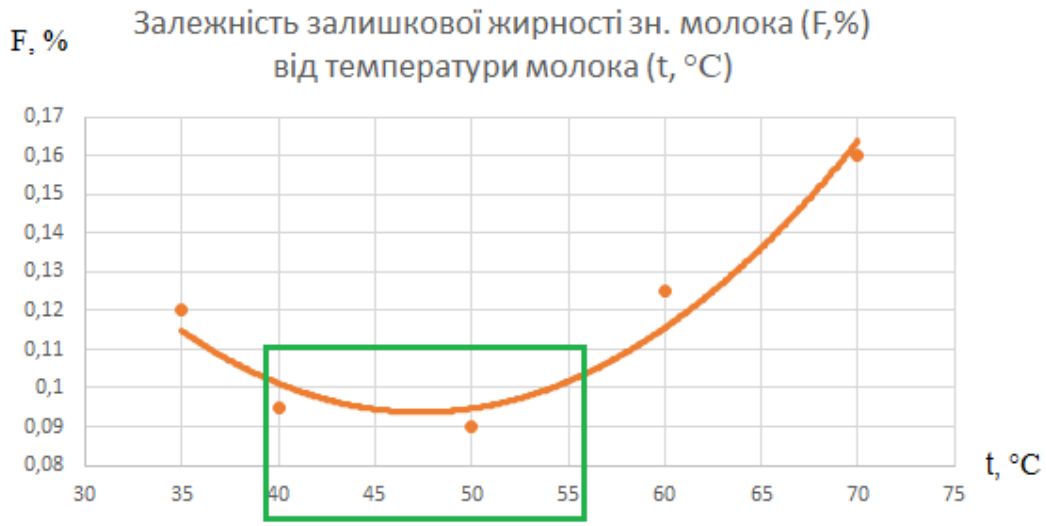

Рис. 4.7. Залежність залишкового вмісту жирів у сепарованому молоці від температури.

В межах обмежуючої зони залишковий вміст жирів у сепарованому молоці може підтримуватись майже на постійному рівні.

Цього досягають завдяки наступному:

Рівень вмісту жирів у вершках має бути стабільним. Будь-яке підвищення об'ємного вмісту жирів на вході автоматично веде до 10-кратного збільшення такого підвищення жирності вершків. Якщо жирність незбираного молока підвищиться з 4,0 до 4,5% при однакових налаштуваннях сепаратора, то жирність вершків зросла б, наприклад, з 45% до 50%.

З іншого боку, при високій жирності вершків слід вибирати верхній діапазон прийнятних температур сепарації (55 - 60 °C).

Отже, якщо жирність вершків вище значень обмежуючої зони, тобто. між 60 і 80%, то зі збільшенням жирності слід вибрати температурний діапазон між приблизно 60 і макс. 75 °C.

Отримання таких високожирних вершків з вихідних вершків (30-40% жирності) або цільного молока, насправді, має велике значення для залишкового вмісту жирів у відповідному сепарованому молоці. Однак у цій роботі це питання далі розглядатися.

На рис. 4.8. показано співвідношення між об'ємом незбираного молока, що подається в сепаратор, і залишковим вмістом жирів у сепарованому молоці.

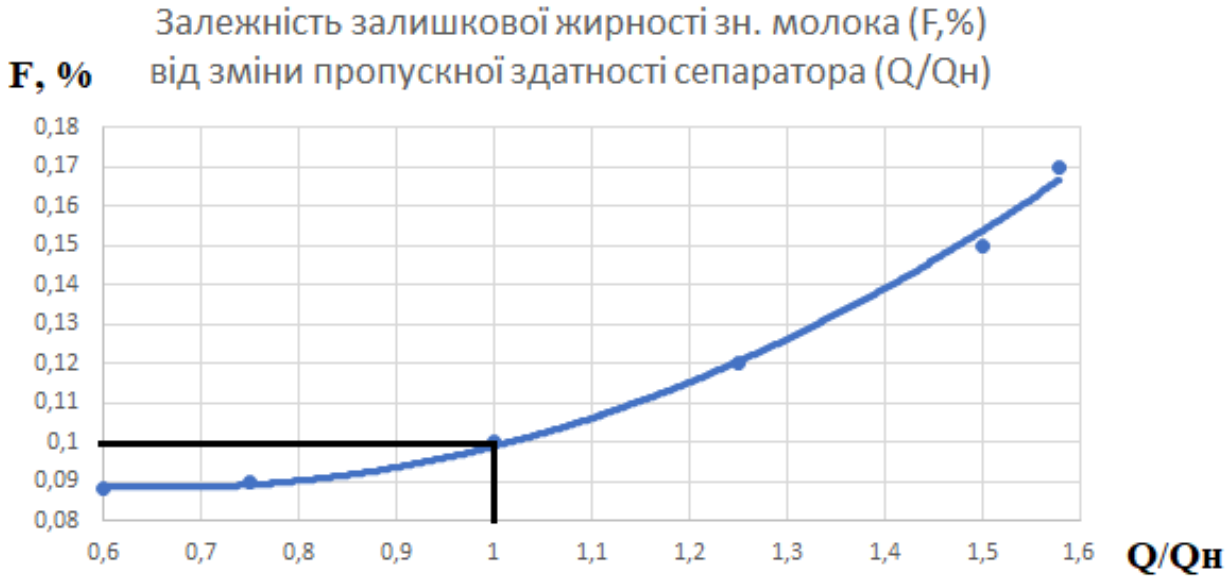

Рис. 4.8. Пропускна здатність сепаратора як функція залишкового вмісту жирів у сепарованому молоці

Дуже важливо максимально повно поділити цільне молоко на знежирене молоко і вершки, оскільки характеристики перебігу в барабані підтримуються незмінними.

Постійні зміни пропускної спроможності означають необхідність створення в барабані нових умов стаціонарного перебігу. Отже, слід виключити різкі зміни.

ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Відділ охорони праці на підприємстві створюється з метою виконання правових, організаційно-технічних, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання професійним захворюванням, нещасним випадкам і аваріям в процесі праці.

Для безпечної роботи працівників, зайнятих на молокозаводах, необхідним є своєчасне проведення інструктажів з питань охорони праці: вступного, повторного (планового), позапланового та цільового.

Не менш важливим питання є дотримання вимог з електро- та пожежної безпеки. Оскільки обладнання працює від електромережі, то існує можливість ураження електричним струмом, який може викликати термічну, механічну чи біологічну дію. До обслуговування електромереж та електроустаткування повинні допускатися лише електромонтери, які мають відповідну кваліфікаційну групу (розряд). Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом, а також виконання цих заходів та їх складових частин в електроустановках будівель і споруд, наведені в державному стандарті ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом».

Для запобігання виникненню пожеж, приміщення повинні бути обладнані автоматичною пожежною сигналізацією. Крім того, необхідно щоб в кожному відділенні (цеху, ділянці) були спеціально відведені місця з первинними засобами пожежогасіння: вогнегасник, ящик з піском, відра, сокира, лом та ін. Виробничі приміщення підприємств повинні відповідати певним нормативним документам, серед яких: ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва», ДБН В.2.2-56:2014 «Системи протипожежного захисту» та ін.

Однією з важливих умов безпечної та ефективної роботи працівників є сприятливі параметри мікроклімату. Мікроклімат визначається такими основними параметрами: температура, вологість та швидкість руху повітря в приміщенні. Параметри мікроклімату повинні відповідати діючим стандартам та вимогам, зокрема ДСТУ Б EN 15251:2011 «Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики».

Не менш важливою умовою ефективної роботи працівників є якісне освітлення. Освітлення виробничих приміщень є загальне та місцеве. Загальне освітлення здійснюється через вікна (природне) і/або за допомого ламп (штучне), розташованих на стелі чи стінах. Місцеве освітлення слугує як

додаткова точка світла яка застосовується в тих випадках, коли загального освітлення не вистачає, і здійснюється за допомогою переносних ламп. Нормативним документом, який регламентує норми освітлення є ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Перейдемо до розгляду основних вимог безпечної експлуатації сепаратора.

Небезпечними і шкідливими виробничими факторами при роботі на сепараторі є: підвищений шум, вібрація, можливість ураження електричним струмом, мокра підлога, миючі засоби. Для безпечної роботи обслуговуючий персонал повинен мати засоби індивідуального захисту (навушники, спецодяг, спецвзуття).

Обслуговувати сепаратор може тільки той фахівець, який вивчив принцип його роботи та інструкцію по експлуатації, а також здав технічний мінімум.

У цеху, де експлуатується сепаратор, повинні бути вивішені на видних і доступних місцях інструкції з безпечного технічного обслуговування і догляду за ним, а також інструкції з надання першої допомоги при нещасних випадках.

Вимоги безпеки перед початком роботи.

Перед початком роботи працівник повинен оглянути і перевірити робоче місце, прибрати всі непотрібні предмети, надіти спецодяг і засоби індивідуального захисту.

Перевірити: правильність складання барабана, механізму приводу, кріплення приймально-відвідного пристрою; чи відведені гальма; наявність і справність захисного заземлення; чи достатньо масла в масляній ванні корпусу сепаратора.

Пробним пуском сепаратора перевірити правильність установки барабана і приймально-відвідного пристрою.

Забороняється: пускати сепаратор в хід, не переконавшись у тому, що звільнені гальма і стопорні гвинти барабана, а також не перевіривши наявність масла по рівню; робота на сепараторі з незадовільно відбалансованим барабаном.

При виявленні недоліків і неполадок необхідно негайно повідомити начальнику цеху (майстру).

Вимоги безпеки під час роботи

Переконавшись в правильності складання, включити електродвигун приводу сепаратора. Перед початком сепарування пропустити спочатку воду з температурою 85-90 °С на повну продуктивність, а потім пустити сквашене молоко.

стежити:

- за рівномірним надходженням сквашеного молока в сепаратор;
- за швидкістю обертання барабана по тахометрі, не допускаючи перевищення зазначеної в паспорті частоти його обертання. Якщо під час розгону або в процесі роботи з'явився шум, тремтіння, ривки, барабан почав зачіпати за деталі приймально-відвідного пристрою, негайно припинити подачу сквашеного молока, зупинити сепаратор, доповісти про це майстру і до повного усунення всіх неполадок до роботи не приступати.

Забороняється працювати на сепараторі, коли:

- барабан погано відбалансований;
- пружина (пружини) горлового підшипника надмірно ослаблена, зламана або відсутня;
- недостатньо масла в картері;
- сепаратор має підвищену вібрацію;
- в пакеті барабана зменшено кількість тарілок в порівнянні з кількістю, вказаною в паспорті або використані тарілки від іншого барабана.

До повної зупинки сепаратора ***забороняється***: знімати, поправляти або встановлювати приймально-відвідний пристрій; проводити огляд механізмів; примусово зупиняти барабан руками або яким іншим способом, окрім гальма. Гальма необхідно включати поступово, плавно, без ривків і тільки після того, як швидкість обертання барабана дещо зменшиться; категорично забороняється відлучатися від машини до її зупинки або доручати обслуговування іншій особі.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після закінчення роботи, не зупиняючи сепаратор, пропустити через барабан невелику кількість води для його очищення та охолодження.

Після повної зупинки розібрати приймально-відвідний пристрій і барабан, ретельно очистити і вимити всі деталі, а потім просушити.

Станину і інші деталі сепаратора необхідно ретельно протерти спочатку вологою, а потім сухою тканиною.

Забороняється обливати водою електродвигун.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При виникненні аварійної ситуації, яка може призвести до нещасного випадку, необхідно: вимкнути сепаратор (при необхідності використати аварійне відключення); викликати чергового електрика, слюсаря-наладчика, майстра відділення; в разі травми надати долікарську допомогу потерпілому (вивести або допомогти вийти з аварійної зони, доставити в медпункт); доповісти майстру цеху про всі несправності на робочому місці.

6 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ

6.1 Вихідні дані для розрахунків

Запроваджений комплекс машин для комплексної механізації МТФ, порівняно з існуючою в господарстві технологією виробництва молока, дозволить ефективно використати сучасний технічний потенціал.

Таблиця 5.1- Вихідні дані для розрахунку технічно-економічних показників.

Назва операції	Існуюча технологія		
	Марка машини	К-ть	Ціна за одиницю, грн
1	2	3	4
1.Напування тварин	АП-1А	100	200
2.Приготування кормів	КОРК-15	1	180000
3.Роздавання кормів	КТУ-10А	1	44400
4.Видалення гною	_____	__	_____
5.Доїння корів: Родильне відділення	УДБ-100	1	39000
	УДБ-100	1	39000
6.Охолодження та зберігання молока	МКА 2000л	1	20000
7.Водопостачання	ЕЦВ6-7,2-75	1	4400

6.2 Розрахунок техніко-економічних показників

6.2.1 Капіталовкладення в технологію виробництва молока

Капіталовкладення визначаються за формулою:

$$К = Ц_м \cdot К1 \cdot К2 \qquad (5.1)$$

Де: Ц*м*- прейскурантна ціна машини, грн;

К*1*-коефіцієнт, який враховує торгово-0транспортні і складськи витрати;

К*1*=1,11;

К*2*- коефіцієнт, який враховує витрати на монтаж машини;

К*2*=1,2;

Капіталовкладення в існуючу технологію:

$$Кі = К_{ду} + К_{ох} + К_{вод} + К_к + К_г \qquad (5.2)$$

Де: К*ду*- капіталовкладення в доїльні установки, грн.;

К*ох*- капіталовкладення в тимчасове зберігання та охолодження молока, грн.;

К*вод*- капіталовкладення в водопостачання та роздавання кормів, грн.;

К*г*- капіталовкладення в видалення гною, грн.;

Капіталовкладення в доїльні установки складають:

$$К_{ду} = Ц_{с} \cdot К1 \cdot К2 \quad (5.3)$$

Де: К*к*-капіталовкладення в доїльні установки УДБ-100, грн.;

К*ду* = 2•39000•1,11•1,2 = 103896 грн.

Капіталовкладення в охолодження та зберігання молока дорівнюють:

$$К_{оз} = Ц_{оз} \cdot К1 \cdot К2 \quad (5,4)$$

Де: К*0*- капіталовкладення в місткості та охолодники молока, грн.;

К*оз* = (2•20000+2•4400) •1,11•1,2 = 65001 грн;

Капіталовкладення у водопостачання і напування дорівнюють:

$$К_{вод} = К_{па} + К_{евц} = (Ц_{па} + Ц_{ецв}) \cdot К1 \cdot К2 \quad (5.5)$$

К*вод* = (1•4400+100•200)1,11•1,2 = 32500,8 грн;

Капіталовкладення в приготування та роздавання кормів:

$$К_{к} = К_{пр} + К_{р} = (Ц_{пр} + Ц_{р}) К1 \cdot К2 \quad (5.6)$$

К*к* = 44400•1+180000•1)1,11•1,2 = 296208 грн;

Загальні капіталовкладення в існуючу технологію виробництва молока складають:

К*і* = 103896+65001+32500,8+296208 = 497605,8 грн;

Капіталовкладення в розроблену технологію:

$$К_{р} = К_{ду} + К_{оз} + К_{вод} + К_{к} + К_{г} \quad (5.7)$$

Де: К*ду*- капіталовкладення в доїльні установки,грн.;

К*оз*- капіталовкладення в тимчасове зберігання та охолодження молока, грн.;

К*вод*- Капіталовкладення у водопостачання і напування, грн.;

К*к*- Капіталовкладення в приготування та роздавання кормів, грн.;

К*г*- Капіталовкладення у видалення гною, грн.;

Капіталовкладення у доїльні установки складають:

$$К_{рду} = К_{у} + К_{в} = (Ц_{у} + Ц_{в}) К1 \cdot К2 \quad (5.8)$$

К*у*,К*в*- капіталовкладення в доїльні установки УДБ-100, грн.;

К*рду* = (2•39000+1•39000)1,11•1,2 = 155844 грн;

Капіталовкладення в охолодження молока дорівнює:

$$К_{рох} = К_{ох} = Ц_{ох} \cdot К1 \cdot К2 \quad (5.9)$$

Де, К*ох*- капіталовкладення в охолодники молока(МКА-2000), грн.;

К*рох* = 2•20000•1,11•1,2 = 53280 грн;

Капіталовкладення в водопостачання і напування дорівнює:

$$К_{ввод} = К_{па}+К_{ецв} = (Ц_{па}+Ц_{ецв})\ К_1 \cdot К_2 \quad (5.10)$$

$К_{ввод}$ = (1•4400+100•200)1,11•1,2 = 32500,8 грн;

Капіталовкладення в приготування і роздавання кормів дорівнює:

$$К_{рк} = К_{прр} = Ц_{прр} \cdot К_1 \cdot К_2 \quad (5.11)$$

$К_{рк}$ = 184000•1,11•1,2 = 242880 грн;

Капіталовкладення у видалення гною дорівнює:

$$К_{рг} = Ц_г \cdot К_1 \cdot К_2 \quad (5.12)$$

$К_{рг}$ = 2•38000•1,11•1,2 = 101232 грн;

Загальні капіталовкладення в розроблену технологію виробництва молока складає:

$К_р$ = 155244+53280+32500,8+101232+242880 = 585736,8 грн;

Додаткові капіталовкладення:

$$К_д = К_р - К_і \quad (5.13)$$

$К_д$=585736,8-497605,8=88131 грн.

6.2.2 Експлуатаційні витрати

Експлуатаційні витрати складають :

$$С = С_п - С_е - С_а - С_м \quad (5.14)$$

Де: $С_п$- витрата на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн.;

$С_е$- витрати на електроенергію, грн.;

$С_а$- витрати на амортизацію обладнання, грн.;

$С_р$- відрахування на ремонт і технічне обслуговування, грн.;

$С_м$- оплата на змащення тертьових поверхонь вакуумних насосів, грн.;

$$С_п = N_п \cdot С \cdot Т \cdot 365 \quad (5.15)$$

Де: $N_п$- кількість працівників, чол.;

С- тарифна ставка, грн./год.;

Т- тривалість виконання робіт за добу, год.

$$N_п = п_д + п_{пом} + п_{гн} + п_к + п_{обсл} \quad (5.16)$$

Де: $п_д$- кількість працівників зайнятих на доїнні, чол.;

$п_{пом}$- кількість працівників зайнятих на первинній обробці молока, чол.;

$п_{гн}$- кількість працівників зайнятих на прибиранні гною, чол.;

$п_к$- Кількість працівників зайнятих на приготуванні та роздаванні кормів, чол.;

$п_{обсл}$- кількість працівників зайнятих на технічному обслуговувані, чол.;

Для існуючої технології:

$N_{п0}$ = 10+2+2+3+4 = 21 чол.

Для розробленої технології:

$N_п$ = 6+1+1+2+4 = 14 чол.

Для існуючої технології:

С*по* = 21•10•8•365 = 613200 грн;

Для розробленої технології:

С*п* = 14•10•8•365 = 408800 грн;

Витрати на електроенергію:

$$Се = Nу•tр•\bar{о}•Це•365 \quad (5.17)$$

Де: Nу- встановлена потужність і-тої машини, кВт;

t*р*- час роботи і-тої машини за добу, год;

$\bar{о}$- коефіцієнт використання потужності (0,7)

Ц*е*- вартість електроенергії, грн.кВт.год;

Для існуючої технології:

С*е0* = (15•27+27•15+27•4)0,7•0,53•365 = 124310 грн;

Для розробленої технології:

С*е* = (20•15+27•15+27•4)0,7•0,53•365 = 110092 грн;

Витрати на амортизацію:

$$Са = Б•А/100 \quad (5.18)$$

Де:Б- балансова вартість обладнання, грн.;

А- річна норма амортизаційних відрахувань(А=14,2%)

Для існуючої технології:

С*а0* = 497606•14,2/100 = 70660 грн;

Для розробленої технології:

С*а* = 585737•14,2/100 = 83174 грн;

$$Ср = Б•Z/100 \quad (5.19)$$

Де: Z- річна норма відрахувань на ремонт і технічне обслуговування(Z=13%)

Для існуючої технології:

С*р0* = 497606•13/100 = 64688 грн;

Для розробленої технології:

С*р* = 585737•13/100=76145 грн;

Витрати на мащення вакуумних насосів в обох варіантах і існуючому і розробленому однакові, і складають 5000 грн.

Експлуатаційні витрати:

Для існуючої технології:

С*0* = 613200+124310+64688+70660+5000 = 8079640 грн;

Для розробленої технології:

С = 408800+110092+76145+83174+5000 = 6832110 грн;

6.2.3 Приведені витрати

Річні приведені витрати:

$$П = С+Е*н*•К \quad (5.20)$$

Де: Е*н*- нормативний коефіцієнт нормативності.

Для існуючої технології:

П*0* = 807964+0,15•497606 = 8826050 грн.;

Для розробленої технології:

П = 683211+0,15•585737 = 7710720 грн.;

6.2.4 Річний економічний ефект

Питомі затрати праці складають:

$$Е = П0-П \quad (5.21)$$

Е = 8826050-7710720 = 1115330 грн.;

Строк окупності додаткових капіталовкладень складає:

$$Т_{ок} = К_{дод}/Е \quad (5.22)$$

$Т_{ок}$ = 881310/1115330 = 0,8 років;

6.2.5 Затрати праці

Питомі затрати праці складають:

$$Т_{зп} = Р•8•365/Q_р \quad (5.23)$$

Де: Р- кількість працівників, чол.;

$Q_р$- річний вихід молока, ц.

Для існуючої технології:

Тзп*0* = 21•8•365/10000 = 6,13 люд.год/ц.;

Для розробленої технології:

$Т_{зп}$ = 14•8•365/10000 =4 люд.год/ц.;

6.2.6 Економія затрат праці

$$Е_{зт} = (Т0-Т)\ Q_р \quad (5.24)$$

Де:Т*0*,Т- Річні затрати праці на один центнер молока при існуючій та при розробленій технології, люд.год/ц.

Таблиця 6.2- Техніко економічні показники.

$Е_{зт}$ = (6,13-4) 10000 = 21300 люд.год/ц.

Показники	Варіанти технологій	
	Існуюча	Розроблена
Капіталовкладення, грн.	_____	
Основні	4976060	5857370
Додаткові	_____	881310
Експлуатаційні витрати, грн.	8079640	6832110
Затрати праці, люд.год/ц.	6,13	4
Економія затрат праці, люд.год.	_____	2130
Річний економічний ефект, грн.	_____	1115330
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років.	_____	0,8

ВИСНОВКИ

В даній роботі нами було розглянуто технологічний процес виробництва і обробки молока на молочно-товарній фермі СФГ «Стародубське», що дозволило проаналізувати складові цього процесу та знайти шляхи підвищення ефективності їх роботи. Аналізуючи комплекс машин для виробництва ми побачили, що не всі машини використовуються ефективно, а деякі навіть недоцільно використовувати. Саме тому ми вирішили замінити застарілі машини на нові сучасні агрегати.

Крім вище зазначеного, було проведене дослідження процесу сепарації молока. Для підвищення ефективності відділення вершків запропоновані режимні параметри роботи сепаратора.

Також ми проаналізували доцільність введення на підприємстві нових технологій і побачили, що через деякий час вони окупляться і будуть приносити досить високий прибуток.

Список літератури:

1. Ревенко І.І. Машини та обладнання для тваринництва / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко. – К.: Кондор, 2009.– 730с.

2. Здановська В.Г. Машини та обладнання для переробки молока у фермерських господарствах / В.Г. Зданівська, Н.А. Корольова, Н.П. Мішурів. К.: Компрінт, 2015. - 208 с.

3. Технологія виробництва продукції тваринництва. За ред. О.Т. Бусенка. — К.: Вища освіта, 2005. — 496 с.: іл.

4. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. — К.: Вища освіта, 2006. — 351 с.

5. Карл-Хайнц Цеттьер Вернер Ханшманн. Вестфалія Сепаратор Фуд Тек ГмбХ. Сепаратори для молочної промисловості. – Видавництво Вестфалія Сепаратор АГ, 2003 Westfalia Separator AG, Oelde All rights reserved Printed in F.R. Germany

6. Ефективність використання обладнання для первинної обробки молока. В.Пивовар, Г.Гнатюк, Український науково-дослідний інститут продуктивності агропромислового комплексу.

7. Експериментальні дослідження охолодника молока пластинчастого типу. Дмитрів В.Т., Банга В.И., Жінчин Я.С. – Львівський національний аграрний університет.

8. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навчальний посібник для студентів вищих аграрних закладів освіти / І.І.Ревенко, В.Д.Роговий, В.І.Кравчук та ін.