

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Магістр

Рівень вищої освіти

Реконструкція лінії з виготовлення твердого сиру з модернізацією  
сепаратора ОТС

Назва теми

Галузь знань – 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Машини і апарати харчових виробництв»

Шифр ДП МАХВМ 24.13.00.00

Виконав студент 2 курсу, група МАХВм-23-1,



Кукурудза О. О.

Підпис

Прізвище

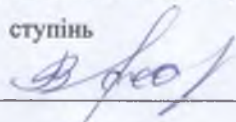
Керівник від кафедри

Нормоконтролер


Федорів В.М., доц., к.т.н.

Прізвище, ініціали, посада, науковий  
ступінь

Прізвище, ініціали, посада, науковий  
ступінь

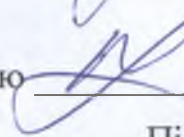


Підпис



Підпис

До захисту допускаю: зав. кафедрою



Мартинюк А.В.

Підпис

Прізвище

Хмельницький 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ.....	9
1.1. Сировина та матеріали для виробництва твердого сиру .....	9
1.2. Продуктовий розрахунок.....	14
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	17
2.1. Технологічні операції, що використовуються при виготовленні твердих сирів .....	17
2.2. Технологічна схема утворення і переробки сирного зерна.....	31
2.3. Технічне переоснащення лінії вироблення твердого сиру.....	34
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	36
3.1. Техніко-економічне обґрунтування .....	36
3.2. Будова та принцип дії .....	41
3.3. Розрахунок і проектування сепаратора ОТС .....	44
4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА .....	55
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.....	66
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	74
ВИСНОВКИ.....	75
ДОДАТКИ.....	77

					<b>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Кукурудза О.О.			<b>Реконструкція лінії з виготовлення твердого сиру з модернізацією сепаратора ОТС</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушів</b>
Перевір.		Федорів В.М.					4	77
Реценз.						<b>ХНУ,МАХВМ-23-1</b>		
Н. контр.								
Затверд.		Мартинюк						

## ВСТУП

Харчова промисловість об'єднує понад 40 галузей, які виробляють продукти харчування. Основними серед них є цукрова, борошномельно-круп'яна, олійно-жирова, хлібопекарська, спиртова, плодоовоче-консервна, рибна, молочна, м'ясна, виноробна, кондитерська, пивоварна, тютюнова та ін. Визначальну роль у розміщенні підприємств даних галузей відіграють сировина і споживач. Ті з них, які використовують малотранспортабельну сировину (що швидко псується) або велику кількість сировини, тяжіють до неї. Це – цукрова, олійна, рибна, плодо-овочеконсервна, маслоробна та ін. Галузі, в яких затрати на транспортування готової продукції більші, ніж на перевезення сировини, орієнтуються на споживача (кондитерська, хлібопекарська, пивоварна, молочна та ін.). На сировину і споживача орієнтуються м'ясна, борошномельно-круп'яна, тютюнова та інші галузі.

Цукрова промисловість донедавна займала провідне місце серед галузей харчової промисловості України, а за виробництвом цукру країна посідала 1-е місце в Європі. Олійно-жирова промисловість виробляє олію, маргарин, майонез та ін. Сировиною для неї є соняшник, ріпак, соя, кукурудза, рицина. Близько 90% олії виробляють із соняшнику. Виноробна промисловість розвинена у місцях виноградарства – в Одеській, Херсонській, Закарпатській областях.

Підприємства борошномельно-круп'яної, хлібопекарської, кондитерської промисловості розміщені у містах на всій території України. М'ясна промисловість, що продукує свіже м'ясо, копченості, субпродукти, консерви тощо, розвинена в усіх областях. Найбільші м'ясокомбінати знаходяться у великих містах.

У молочній промисловості виділяють маслоробну, сироробну, незбираномолочну і молочноконсервну галузі. Розміщуються підприємства галузі у великих і невеликих містах по всій території України. Молчноконсервна промисловість орієнтується на сировину, а інші галузі – на споживача.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для галузей харчової промисловості характерна певна невідповідність переробних потужностей наявній сировинній базі, тому значна частина продукції не переробляється. Необхідне будівництво оснащених новітнім обладнанням невеликих підприємств, які могли б швидко переорієнтуватися на випуск високоякісної, конкурентоспроможної продукції.

Сучасне сироваріння являє собою комплекс фізико-хімічних, біологічних і механічних параметрів, що дозволяють перетворити сировину – молоко на кінцевий продукт – сир. Висока харчова цінність і збалансованість щодо жирно-білкового складу обумовила високе споживання сиру. Його виробництво характеризується широтою асортименту і багатством смакових властивостей – це м'які, тверді, розсільні та інші види сирів.

Поживна цінність молочних продуктів зумовлюється вмістом білків, жирів, вуглеводів та мінеральних речовин. Висока поживна якість твердого сиру визначається як вмістом різноманітних життєвонеобхідних речовин, сприятливим і раціональним з біологічної точки зору їх співвідношенням, так і специфічним складом та якостями окремих компонентів молока. Всі речовини молока знаходяться в легкозасвоюваній формі.

Енергетичну цінність молока важко переоцінити. Так калорійність 1кг молочного білка в організмі людини становить 4,1 Ккал. Засвоюваність білків молока при використанні їх в їжу досягає 96%.

Висока поживна цінність білків характеризується не тільки високим ступенем їх засвоювання, а й амінокислотним складом. Білки молока відносяться до повноцінних білків, у складі яких знаходяться всі амінокислоти, необхідні для синтезу білкових сполук в організмі людини.

Збільшення виробництва молочних продуктів – одне з найважливіших завдань АПК України. Задовольнити потребу населення в молочних продуктах можливо лише шляхом переведення галузі молочного скотарства на нові методи господарювання, впровадження господарського розрахунку, колективного підряду, розвитку фермерських господарств.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переважає більшість виробничих процесів на молочних підприємствах механізована та автоматизована. Доля ручної праці в загальному виробництві складає 15-20%. Загальний недолік середніх та великих молокопереробних підприємств – висока енергоємність обладнання та висока собівартість основних фондів підприємств, що в значній мірі впливає на собівартість випускаємої продукції та її конкурентоспроможність, а значить і на рентабельність підприємства в цілому і економічну ефективність їх роботи. Тому працівниками галузі ведеться пошук резервів виробництва продукції; впровадження у виробництво новітніх технологій та високопродуктивного технологічного обладнання.

На теперішній час перед молочною промисловістю стоять такі завдання:

- перехід до повної механізації та автоматизації;
- виробництво продукції із екологічно чистої сировини;
- пошук нових ринків збуту та закріплення позицій на старих;
- зниження витрат сировини, енергії, та прагнення переходу до безвідходного виробництва;
- оновлення асортименту;
- заміна фізично і морально застарілого обладнання на сучасне і високопродуктивне, введення допоміжних підприємств з охорони праці та навколишнього середовища, введення новітніх способів, пристроїв з обслуговування та ремонту обладнання.

В царині технічного переоснащення молочних заводів слід здійснювати доставку молока великотонажним транспортом, вводити резервування молока в ємностях по 50-100 т , передбачити теплову і механічну обробку молока в комплекті з самовивантажуючими сепараторами, використання високопродуктивної апаратури згущення молока, аеро- та вібротранспорт і бункерний спосіб зберігання. Вводити резервуарний спосіб виробництва сметани і кисломолочних продуктів з автоматичним дозуванням заквасок, контролем і регулюванням процесів змішування, сквашування та охолодження продукту і методи ультрафільтрації і електродіалізу при переробці сироватки та

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сироватко - білкового концентрату, який користується для збагачення дитячих та інших продуктів; безсиропний спосіб внесення цукрового піску і безперервну кристалізацію лактози в згущеному молоці із цукром; безсерветковий метод пресування сирів виробництво блочних сирів з прискореними строками дозрівання в полімерних плівках чи в полімерних матеріалах; виробництво вершкового масла методом безперервного збивання на лініях продуктивністю 2000; 2500; 3000 кг/год.

Перспективним у розвитку молочної галузі є виробництво широкого асортименту дитячого харчування, розширення виробництва жирних та знежирених молочних продуктів. Для покращення товарного вигляду і зовнішнього оформлення фасованих молочних продуктів вводити у виробництво нові види упаковки пігментованою плівкою, полівінілхлоридною плівкою, ударостійкий полістерол та інші.

Можна зробити висновок, що продуктивний розвиток виробництва забезпечує якісна сировина, сучасне обладнання і відповідно прогресивним його ремонтом є кваліфікований обслуговуючий персонал.

Сепаратори молочної промисловості належать до основного обладнання, що застосовується при переробці молока, їх використовують для очищення молока від домішок, для одержання вершків, нормалізації та гомогенізації молока, відокремлення білка і жиру від сироватки під час вироблення молочного цукру, відділення білка під час вироблення сиру та в інших технологічних операціях, пов'язаних із поділом дисперсних середовищ.

Проблеми, які пов'язані з підвищенням якості і сиропридатності молока-сировини та удосконаленням технологічного процесу виробництва натуральних твердих сирів відносяться до найважливіших. Вирішення цих проблем дозволить розширити асортимент твердих натуральних сирів і збільшити обсяги їх виробництва. У зв'язку з вище зазначеними проблемами та їх причинами, даний дипломний проект пропонує деякі технічні рішення для удосконалення окремого виду обладнання, яке широко використовується на підприємствах молочної промисловості, а саме сепаратора ОТС.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ

## 1.1. Сировина та матеріали для виготовлення твердого сиру

**Сир** – як харчовий продукт відомий із найдавніших часів. Своєю появою сир зобов'язаний, очевидно, звичайній випадковості. Древні скотарі для збереження рідин, а також і молока використовували шкіру й шлунки тварин. А останні є джерелом ферментів – сичугового, пепсину та інших, що згортають молоко. Молоко, налите у свіжий, погано промитий шлунок, згорталося, ставало непридатним до вживання і викидалося разом з поганою посудиною. При сприятливих умовах сироватка, що виділялася із сичугового згустку, висихала, а згусток піддавався ферментативним перетворенням (дозрівання) і набував органолептичних властивостей продукту, що називається сиром.

За своєю поживністю сир значно перевищує м'ясо, рибу, яйця та хліб.

### **Сировина для виробництва сиру**

Якість кисломолочних продуктів головним чином залежить від складу та властивостей молока, виду та активності бактеріальних заквасок, режимів пастеризації, гомогенізації, сквашування, дозрівання та інших факторів.

Склад та властивості молочної сировини обумовлюють швидкість згортання білків молока та щільність отриманого згустку. Від них залежить також розвиток мікроорганізмів бактеріальних заквасок. Склад та властивості молока змінюється протягом року, залежно від раціону харчування тварини, стадії лактації, захворювань худоби і від умов та тривалості зберігання самого молока. Наприклад, після тривалого зберігання сирого чи пастеризованого молока, за низьких температур, збільшується в'язкість та щільність кислотного білкового згустку, синерезис уповільнюється. Тому, молоко, яке зберігається при низькій температурі, доцільно направляти на виробництво кисломолочних напоїв, та не використовувати у виробництві сиру.

Для виготовлення кисломолочних продуктів, а саме сиру, застосовують наступну сировину: молоко коров'яче, не нижче другого сорту; молоко цільне сухе вищого сорту; молоко сухе знежирене; вершки сухі; масло вершкове несолене; концентрат бактеріальний сухий мезофільний молочнокислих

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стрептококиви КМС-сухий (*Lactococcus lactis subsp. cremoris (biovardiacetilactis)*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Streptococcus thermophilus*); концентрат бактеріальний сухий КМТС-сухий закваски «БК-Углич-МСТ», «БК-Углич-СМ» «МСТ-Каунаська», «Дніпрянська В» або «Дніпрянська СВ», ТС, МТТ; фермент сичужний; пепсин харчовий свинячий; ферментні препарати за ГСТ 10 288-2001; кальцій хлористий кристалічний, кальцій хлористий двоводневий; вода питна за СанПін 2.1.4.1074. Сировина, яка приймається, за показниками якості та безпеки повинна відповідати вимогам СанПін 2.3.2.1078, СанПін 2.1.4.1074.

Основними показниками молока як об'єкта технологічної переробки є склад, ступінь чистоти, органолептичні, біохімічні, фізико-хімічні властивості, а також наявність у ньому токсичних і нейтралізуючих речовин. До органолептичних властивостей молока відносять зовнішній вигляд, смак, запах, кольори; біохімічних – бактерицидну активність і кислотність; фізико-механічним – рН, щільність, в'язкість, поверхневий натяг, теплоємність, теплопровідність, осмотичний тиск, електропровідність, температуру замерзання та кипіння і ін. До токсичних забруднювачів, які можуть утримуватися в молоці, відносяться важкі метали, антибіотики, гормональні препарати, пестициди, що нейтралізують речовини – сіль, аміак. Органолептичні показники визначають при кімнатній температурі зразка або його нагріванні до 35°C.

Молоко являє собою складну полідисперсну систему. Дисперсним середовищем у ній є вода (83-89%), дисперсною фазою – жир, білки та інші компоненти (11-17%).

Масова доля жиру у молоці та молочних продуктах визначаються кислотним методом Гербера. Молочний жир представлено переважно змішаними тригліцеридами. Він відрізняється від інших жирів значним вмістом (7,4-9,5%) низькомолекулярних летючих кислот – масляної, капронової, капрілової, капрінової – і одночасно низьким вмістом (5%) біологічно цінних поліненасичених жирних кислот: лінолевої, ліноленової, арахідонової. Молочний жир утворює в неохолодженому молоці емульсію, в охолодженому –

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

суспензію. Його температура плавлення 27-34°C, тобто нижча температури тіла людини. Це сприяє практично повному засвоєнню жиру молока. Масова частка жиру в коров'ячому молоці становить 2,8-4,5%. Діаметр жирових кульок від 0,1 до 20 мкм (середній – 3-5 мкм). Енергетична цінність молочного жиру 37,7 Кдж/кг, засвоюваність – до 98%.

Білки **молока** знаходяться у виді колоїдного розчину і представлені казеїном, сироватковими білками (альбуміном, глобуліном) і білками оболонок жирових кульок. У їхній склад входять незамінні амінокислоти – триптофан, фенілаланін, лізин, валін, треонін, метіонін та інші. На частку казеїну приходить близько 80% загального вмісту білків у молоці. Казеїн у молоці знаходиться у виді казеїната кальцію, зв'язаного з колоїдним фосфатом кальцію. Кальцій, що утворює кальцієві мостики у глобулі казеїну, виконує важливу функцію при агрегації колоїдних частин казеїну, при його сичужному або кальцієвому осадженні. Коагулює казеїн при рН = 4,6-4,7. Сироваткові білки, відокремлюванні при цьому, за вмістом незамінних і сіркоутримуючих амінокислот цінніші, ніж казеїн.

Фізичний стан молока характеризується температурою кипіння і замерзання, щільністю, в'язкістю, поверхневим натягом, теплоємністю, теплопровідністю, осмотичним тиском, і ін. Перелічені параметри визначають вибір режимних параметрів теплової обробки.

Бактерицидна активність – це властивість свіжого молока пригнічувати розвиток мікроорганізмів, що пов'язано з наявністю імунних тіл та бактерицидних речовин (лізоцими та лактеніни), які виробляються організмом тварини у крові і потрапляють в молочну залозу та молоко під час удою. Час, протягом якого молоко має бактерицидну активність, називають бактерицидною фазою. Вона залежить від температури зберігання і ступеня чистоти молока. Тривалість бактерицидної фази з підвищенням температури зберігання зменшується, зі зменшенням числа бактерій і зниженням температури зберігання молока збільшується. За умов звичайної температури активність цих речовин зберігається близько 2-х годин. При температурі 277-

										Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ					

278 К життєдіяльність бактерицидних речовин практично припиняється, що створює умови для тривалого зберігання. Тому, охолодження молока треба проводити відразу після його здоювання, не залежно від закінчення доїння всього стада.

Хімічні властивості визначають титруємо та активна кислотності. Титруєма кислотність молока обумовлена сумою органічних кислот і кислореагуючих речовин (казеїн), що є у свіжому молоці й утворюється в результаті життєдіяльності мікрофлори в процесі зберігання. Виражають титруєму кислотність в градусах Тернера. Титруєма кислотність свіжого молока – 14-18°Т, активна кислотність (рН) свіжого молока – 6,5-6,7°Т. Людина зазвичай каже про молоко, що воно прокисло, коли його титруєма кислотність більше 25°Т.

Кислотність молока при зберіганні збільшується в результаті розвитку мікроорганізмів і утворенні молочної кислоти. При температурі 10°С кислотність молока впродовж 10 год. практично не змінюється, а при 32°С зростає до 47°Т.

Температура кипіння молока при атмосферному тиску 760 мм рт. ст. дорівнює 100,2-100,5 °С. Температура замерзання молока – 0,530-0,550 °С; додавання 1% води призводить до її підвищення в середньому на 0,005 °С. Це дозволяє виявляти випадки фальсифікації молока. При розведенні молока водою температура замерзання підвищується.

Щільність молока знаходиться у межах 1,027-1,032 г/см<sup>3</sup> в залежності від змісту основних компонентів: жиру, білків, цукрів та солей. Щільність – один з показників натуральності молока. При підвищенні температури щільність молока знижується, але питома маса залишається незмінною, приблизно 1,032 кг/м<sup>3</sup>.

Осмотичний тиск, залежить від кількості розчинених у молоці солей і цукрів, у тому числі лактози. Збільшення вмісту лактози в молоці підвищує його осмотичний тиск. В середньому осмотичний тиск складає 0,66 МПа.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

В'язкість молока спричиняється головним чином його білковим компонентом. Динамічна в'язкість молока при температурі 8 °С становить  $2,72 \cdot 10^{-3}$  Па·с; при підвищенні температури молока до 80 °С знижується в 5,2 рази. Динамічна в'язкість молока при 20 °С складає 1,1-2,5 МПа·с, тобто в 1,6-2,1 рази більше, ніж в'язкість води. В'язкість нормального молока від 1,5 до 2 сантипаз при 20 °С. При збільшенні температури в'язкість молока збільшується.

Питома електропровідність молока дорівнює 0,46 См/м. За електропровідністю можна встановити натуральність молока.

Окрім молока, для виробництва сиру необхідна наступна допоміжна сировина:

– закваски або заквашувальні препарати прямого внесення дозволені центральним органом виконавчої влади у сфері Міністерства охорони здоров'я України за відповідності чинним нормативним документам;

– пепсини харчові відповідно до ДСТУ 4459;

– препарати ферментні відповідно до ДСТУ 4457;

– хлорид кальцію двоводний, хлорид кальцію фармакопейний, хлорид кальцію технічний безводний не нижче 1 гатунку відповідно до чинних нормативних документів;

– сіль кухонну виварену не нижче 1 сорту; для соління в зерні – не нижче 2 сорту класу «Екстра» відповідно до ДСТУ 3583;

– воду питну згідно з ДСанПіН 2.2.4-171

Для виробництва твердих сирів необхідний наступний перелік допоміжних матеріалів:

– плівки полімерні згідно з чинною НД;

– полімерні сплави згідно з чинною НД;

– пакети багат шарові згідно з чинними НД;

– пакети полімерні, термозсідальні та інші згідно з чинною НД або закордонного виробництва;

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

– сплав для покриття поверхні продуктів (парафіновий, полімерний, спеціальний, або комбінований) та інший дозволений до використання згідно з чинною НД або закордонного виробництва;

– середовище:

– вакуум згідно з чинними НД;

– нейтральних газів чи газових сумішей згідно з чинною НД;

– дерев'яні ящики згідно з чинними НД;

– дощаті ящики згідно з чинними НД;

– ящики з гофрованого картону згідно з чинними НД;

– пластмасові ящики згідно з ДСТУ EN 13117-1;

– папір обгортковий згідно з чинною НД;

– папір парафінований згідно з ДСТУ ГОСТ 9569;

– папір – основу або папір двошаровий водонепроникний згідно з чинними НД

– пергамент згідно з чинними НД;;

– підпергамент згідно з чинними НД;

– контейнери згідно з чинними НД;

– тара – обладнання згідно з чинними НД;

– стрічка клеєва на паперовій основі або поліетиленова та інші з липким шаром згідно з чинною НД або закордонного виробництва;

– полімерна стрічка з липким шаром згідно з чинними НД;

– ящики картонні згідно з чинною НД;

– фарби стійкі, такі, що не змиваються, не мажуться, без запаху згідно з чинними НД.

## 1.2. Продуктовий розрахунок

Потужність підприємства складає 50000кг незбираного молока за зміну з масовою часткою жиру 3,6%. Підприємство працює у дві зміни. З загальної кількості молока незбираного 26000 кг направляється на виробництво сиру «Гауда» з масовою часткою жиру в сухій речовині 30% з пропорційним розподілом зерна, по 13000 кг на виробництво твердих сирів з масовою

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

часткою жиру 45% в сухій речовині «Голландський» і «Пошехонський», та 11000 кг на виробництво твердого сиру «Український» з масовою часткою жиру в сухій речовині 50%. Отримані при сепаруванні вершки з масовою часткою жиру 40% направляються у маслоцех для виробництва масла селянського солодковершкового. Підсирна сироватка отримана при виробництві твердих сирів, піддається сепаруванню з отриманих підсирних вершків здійснюється виробництво масла топленого, а знежирена сироватка піддається охолодженню і реалізується як вторинна сировина для інших молочних підприємств.

Визначаємо загальний вміст білка у молоці незбираному:

$$B_M = ЖА + В = 3,6 \cdot 0,45 + 1,3 = 2,92\% \quad (1.1)$$

де Ж – масова частка жиру в незбираному молоці;

А, В – коефіцієнти визначено експериментально А=0,45%, В=1,3%.

Розрахунок твердого сиру «Голландський»

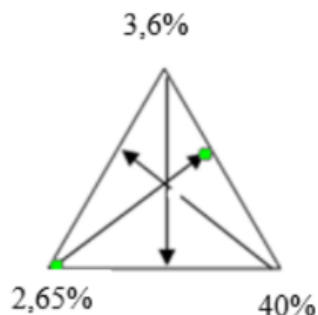
На виробництво даного сиру направляється 13000 кг молока незбираного, масова частка жиру у нормалізованій суміші буде становити:

$$Ж_{н.с} = \frac{B_M \cdot K \cdot Ж_{ср}}{100} = \frac{2,92 \cdot 2,02 \cdot 45}{100} = 2,65\% \quad (1.2)$$

де К – коефіцієнт для сирів з масовою часткою жиру 45%;

Ж<sub>ср</sub> – масова частка жиру у продукті згідно нормативних документів.

Незбиране молоко нормалізують на сепараторі-нормалізаторі з отриманням нормалізованої суміші відповідної жирності і вершків з масовою часткою жиру 40%:



$$\frac{M_{незб.м}}{(Ж_B - Ж_{н.с})} = \frac{M_{н.с}}{(Ж_B - Ж_{незб.м})} = \frac{M_B}{(Ж_{незб.м} - Ж_{н.с})}, \quad (1.3)$$

Маса нормалізованої суміші буде становити:

$$M_{н.с} = \frac{M_{незб.м} \cdot (Ж_B - Ж_{незб.м})}{(Ж_B - Ж_{н.с})} = \frac{13000 \cdot (40 - 3,6)}{(40 - 2,65)} = 12669 \text{ кг} \quad (1.4)$$

Маса нормалізованої суміші з врахуванням втрат:

$$M_{н.с1} = M_{н.с} \cdot \frac{100 - B}{100} = 12699 \cdot \frac{100 - 0,38}{100} = 12651 \text{ кг} \quad (1.5)$$

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Звідси маса вершків дорівнює:

$$M_B = \frac{M_{\text{незб.м}} \cdot (J_{\text{незб.м}} - J_{\text{н.с}})}{(J_B - J_{\text{н.с}})} = \frac{13000 \cdot (3,6 - 2,65)}{(40 - 2,65)} = 3,31 \text{ кг} \quad (1.6)$$

$$M_{B1} = M_B \cdot \frac{100}{100 - B} = 331 \cdot \frac{100}{100 - 0,07} = 331,2 \quad (1.7)$$

Для заквашування і покращення кисломолочного процесу використовують DVS- закваска у рекомендованій виробником кількості, тому її маса не розраховується. Також хлористий кальцій у вигляді водного розчину з розрахунку 10...40 г сухої безводної солі на 100 кг молока:

$$0,03 \text{ кг} - 100 \text{ кг}$$

$$x \text{ кг} - 12669 \text{ кг}$$

$$x = 3,8 \text{ кг}$$

Після цього вносять сичужний фермент з розрахунку 2,5 г препарату на 100 кг молока:

$$0,0025 \text{ кг} - 100 \text{ кг}$$

$$x \text{ кг} - 12669 \text{ кг}$$

$$x = 0,3 \text{ кг}$$

Маса зрілого сиру буде становити з врахування втрат на 1 т. сиру:

$$M_{\text{сир}} = \frac{M_{\text{сум}} \cdot 1000}{\text{НВ}} = \frac{12669 \cdot 1000}{12010} = 1055 \text{ кг} \quad (1.8)$$

де НВ=12010 кг/ т норми витрат на 1 тону сиру.

Маса сиру після пресування, з врахуванням того що середня усушка сиру становить 2%:

$$M_{\text{сир}} = \frac{M_{\text{з.с}} \cdot 100}{100 - Y} = \frac{1055 \cdot 100}{100 - 2} = 1076 \text{ кг} \quad (1.9)$$

Y – усушка сиру, %

Кількість отриманих головок (середня маса головки 6 кг) становить:

$$K_{\text{Ю}} = \frac{1076}{6} = 179 \text{ гол} \quad (1.10)$$

Маса сироватки, що отримують в процесі виробництва сиру, складає 80% маси суміші для зсідання:

$$M_c = \frac{M_{\text{сум}} \cdot 80}{100} = \frac{12669 \cdot 80}{100} = 10135 \text{ кг} \quad (1.11)$$

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Технологічні операції, що використовуються при виготовленні твердих сирів

Сир – білковий кисло-молочний продукт, виготовляється сквашуванням культурами молочно-кислих бактерій із застосуванням або без застосування молокозгортаючого ферменту і хлориду кальцію пастеризованого нормалізованого цільного або знежиреного молока (допускається змішування з пахтою) з подальшим видаленням із згустку частини сироватки відпресовуванням білкової маси.

Сир має чисті кисло-молочний смак і запах. Для першого сорту допускається слабо виражений присмак кормів, тари, легкої гіркоти. Консистенція ніжна, однорідна; для жирного сиру першого сорту допускається незначна рихлуватість, для нежирного – розсипчаста, з незначним виділенням сироватки. Колір білий, злегка жовтуватий, з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі; для жирного сиру першого сорту допускається деяка нерівномірність кольору.

Значний вміст в сирі жиру, і особливо повноцінних білків, обумовлює його високу харчову і біологічну цінність. У сирі міститься значна кількість мінеральних речовин (кальцію, фосфору, заліза, магнію та ін), необхідних для нормальної життєдіяльності серця, центральної нервової системи, мозку, для кісткоутворення та обміну речовин в організмі.

Залежно від масової частки жиру сир поділяють на три види: **жирний, напівжирний і нежирний.**

В якості сировини використовують доброякісне свіже знежирене молоко кислотністю не вище 20°С. За жирністю молоко нормалізують з урахуванням вмісту в ньому білка (за білковим титром), що дає більш точні результати.

До сирних виробів відносяться різні сирні маси і сирки, торти, креми і т. п.

Існують два способи виробництва сиру – **традиційний (звичайний) і роздільний.** Роздільний спосіб виробництва сиру дозволяє прискорити процес відділення сироватки і значно знизити при цьому втрати. Сутність роздільного

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

способу полягає в тому, що молоко, призначене для вироблення сиру, попередньо сепарують. З отриманого знежиреного молока виробляють нежирний сир, до якого потім додають необхідну кількість вершків, підвищують жирність сиру до 9 або 18%.

**За методом утворення згустку** розрізняють два способи виробництва сиру: **кислотний і сичужно-кислотний**. Перший ґрунтується тільки на кислотній коагуляції білків шляхом сквашування молока молочнокислими бактеріями з подальшим нагріванням згустка для видалення зайвої сироватки. Таким способом виготовляється сир нежирний і зниженої жирності, так як при нагріву згустка відбуваються значні втрати жиру в сироватку. Крім того, цей спосіб забезпечує вироблення нежирного сиру більш ніжної консистенції. Просторова структура згустків кислотної коагуляції білків менш міцна, формується слабкими зв'язками між дрібними частинками казеїну і гірше виділяє сироватку. Тому для інтенсифікації відділення сироватки потрібно підігрів згустку.

**При сичужно-кислотному способі** згортання молока згусток формується комбінованим впливом сичужного ферменту і молочної кислоти.

**Під дією сичужного ферменту** казеїн на першій стадії переходить параказеїн, на другий – з параказеїна утворюється згусток. Казеїн при переході в параказеїн зміщує ізоелектричну крапку з (рН 4,6 до 5,2). Тому освіта згустку під дією сичужного ферменту відбувається швидше, при більш низькій кислотності, ніж при осадженні білків молочної кислотою, отриманий згусток має меншу кислотність, на 2 ...4 год. Прискорюється технологічний процес. При сичужно-кислотній коагуляції кальцієві містки, що утворюються між великими частками, забезпечують високу міцність згустку. Такі згустки краще відокремлюють сироватку, ніж кислотні, так як в них швидше відбувається ущільнення просторової структури білка. Тому підігрів згустку для інтенсифікації відділення сироватки не потрібно.

**Сичужний-кислотним способом** виготовляють жирний і напівжирний сир, при якому зменшується відхід жиру в сироватку. При кислотному

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

згортанні кальцієві солі відходять у сироватку, а при сичужно-кислотному зберігаються в згустку. Це необхідно враховувати при виробництві сиру для дітей, яким необхідний кальцій для кісткоутворення.

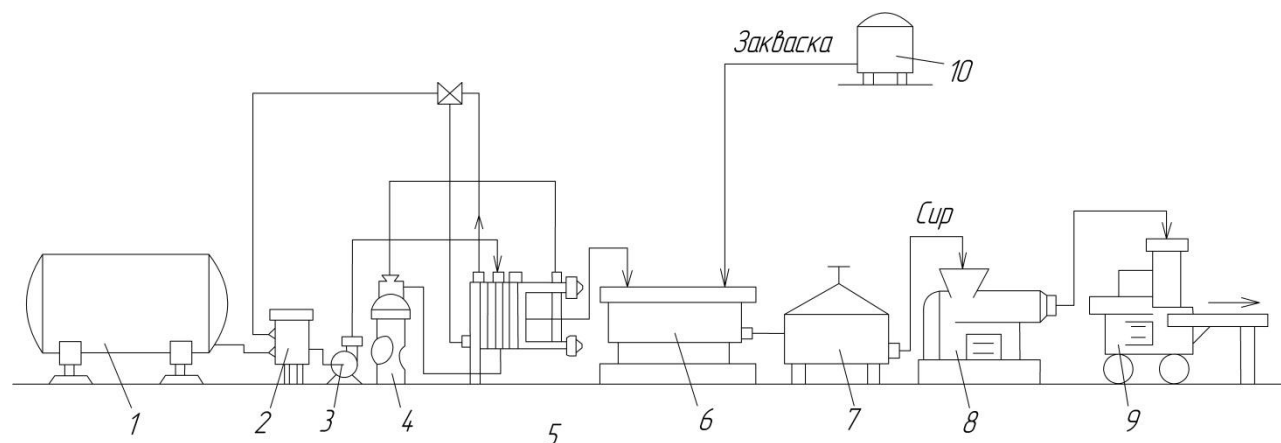
**Виробництво сиру традиційним способом** включає в себе **наступні стадії:**

- Приймання молока;
- Нормалізація молока до необхідного складу;
- Очищення і пастеризація молока;
- Охолодження молока до температури заквашування;
- Внесення закваски і сичужного ферменту в молоко;
- Сквашування молока;
- Розрізання згустка;
- Відділення сироватки;
- Охолодження сиру;
- Фасування;
- Пакування в тару і зберігання готової продукції.

### **Машино-апаратурна схема виробництва сиру.**

Технологічний процес виробництва сиру традиційним способом виконується за допомогою комплексів обладнання для прийому, охолодження, переробки, зберігання та транспортування сировини.

Машинно-апаратурна схема лінії виробництва сиру традиційним способом наведена на рис.2.1.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ

Арк.

19

Рис.2.1. Машинно-апаратурна схема виробництва сиру традиційним способом

Для зберігання прийнятого молока використовують металеві ємності (танки). Молоко і продукти його переробки перекачуються насосами.

Приймання сировини відбувається за допомогою ваг (молоколічильників), сепараторів-молокоочищувачів пластинчастих охолоджувачів, пастеризаторів, фільтрів і допоміжного обладнання.

Ведучий комплекс лінії складається з сировиготовників з пресами ваннами, ванн для сирного згустка, установок для пресування і охолодження сиру.

Завершальний комплекс обладнання лінії забезпечує фасування, пакування, зберігання і транспортування готового продукту. Він містить фасувально-пакувальні машини та обладнання експедицій та складів готової продукції.

**Будова і принцип дії лінії.** Молоко із ємності 1 подається спочатку в балансувальний бачок 2, а потім насосом 3 в секцію рекуперації пастеризаційно-охолоджувальної установки 5, де воно підігрівається до температури 35...40 °С і направляється на сепаратор-очищувач 4.

Нормалізоване і очищене молоко направляють на пастеризацію при 78...80°С з витримкою 20... 30 с. Температура пастеризації впливає на фізико-хімічний склад згустку, що, в свою чергу, відбивається на якості і виході готового продукту. Так, при низьких температурах пастеризації згусток виходить недостатньо щільним, так як сироваткові білки практично повністю відходять у сироватку, і вихід сиру знижується. З підвищенням температури пастеризації збільшується денатурація сироваткових білків, які беруть участь в утворенні згустку, підвищена його міцність і підсилюючи вологоутримуючу здатність. Це знижує інтенсивність відділення сироватки і збільшує вихід продукту. Шляхом регулювання режимів пастеризації й обробки згустку,

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

підбором штамів заквасок можна отримувати згустки з потрібними реологічними і вологоутримуючими властивостями.

Пастеризоване молоко охолоджують в секції рекуперації пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки 5 до температури сквашування (у теплу пору року до 28 ... 30 °С, в холодну – до 30 ... 32 °С) і направляють в спеціальні ванни 6 на заквашування. Закваску для виробництва сиру виготовляють на чистих культурах мезофільних молочно-кислих стрептококів і вносять у молоко у кількості від 1 до 5%. Тривалість сквашування після внесення закваски складає 6 ... 8 годин.

При прискореному способі сквашування в молоко вносять 2,5% закваски, приготування в закваснику 10 на культурах мезофільного стрептокока, і 2,5% термофільного молочно-кислого стрептокока. Температура сквашування при прискореному способі підвищується в теплу пору року до 35 °С, в холодну – до 38 °С. Тривалість сквашування молока при прискореному способі 4,0 ... 4,5 год, тобто скорочується на 2,0 ... 3,5 год, при цьому виділення сироватки із згустку відбувається більш інтенсивно.

Для поліпшення якості сиру бажано застосовувати безпересадочний спосіб приготування закваски на стерилізованому молоці, що дозволяє знизити дозу внесення закваски до 0,8 ... 1,0% при гарантованій її чистоті.

**При сичужно-кислотному способі виробництва сиру** після внесення закваски додають 40%-ний розчин хлориду кальцію (з розрахунку 400 г безводної солі на 1 т молока), приготованого на кип'яченій і охолодженій до 40 ... 45 °С воді. Хлорид кальцію відновлює здатність пастеризованого молока утворювати під дією сичужного ферменту щільний, добре відокремлюючий сироватку згусток. Негайно після цього в молоко у вигляді 1%-ного розчину вносять сичужний фермент або пепсин із розрахунку 1г на 1т молока. Сичужний фермент розчиняють в кип'яченій та охолодженій до 35 °С воді. Розчин пепсину з метою підвищення його активності готують на кислій освітленій сироватці за 5...8 год. до використання. Для прискорення оборотності сирних ванн 6 молоко квасять до кислотності 32...35 °С в

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

резервуарах, а потім перекачують у сирні ванни і вносять хлорид кальцію і фермент.

Закінчення сквашування і готовність згустку визначають за його кислотності (для жирного і напівжирного сиру повинна бути 58 ... 60 °С, нежирного для – 66...70 °С) і візуально – згусток повинен бути щільним, давати рівні гладкі краї на зламі з виділенням прозорої зеленої сироватки.

Квашення при кислотному методі триває 6...8 год., сичужно-кислотному – 4 ... 6 год., з використанням активної кислотоутворюючої закваски – 3 ... 4 год. Щоб прискорити виділення сироватки, готовий згусток розрізають спеціальними дротяними ножами на кубики з розміром граней 2 см. При кислотному методі розрізаний згусток підігривають до 36 .. 38 °С для інтенсифікації виділення сироватки і витримують 15 ... 20 хв, після чого її видаляють. При сичужно-кислотном розрізанні згусток без підігріву залишають у спокої на 40 ... 60 хв для інтенсивного виділення сироватки.

Для подальшого відділення сироватки згусток піддають самопресуванню і пресуванню. Для цього його розливають в бязеві або лавсанові мішки по 7...9 кг (на 70% місткості мішка), їх зав'язують і вміщують кількома рядами в прес-візок 7. Під впливом власної маси з згустку виділяється сироватка. Самопресування відбувається в цеху при температурі не вище 16 °С і продовжується не менше 1 год. Закінчення самопресування визначається візуально по поверхні згустку, який втрачає блиск і стає матовим. Потім сир під тиском пресують до готовності. У процесі пресування мішечки з сиром декілька разів струшують і перекладають. Щоб уникнути підвищення кислотності – пресування необхідно проводити в приміщеннях з температурою повітря 3...6 °С, а по його закінченні негайно направляти сир на охолодження до температури не вище 8 °С з використанням охолоджувачів різних конструкцій; найбільш досконалим з них є двоциліндровий охолоджувач 8.

Готовий продукт фасують на машинах 9 в дрібну й велику тару. Сир фасують в картонні ящики із вкладишами з пергаменту, поліетиленової плівки. У дрібну упаковку сир фасують у вигляді брусків масою 0,25; 0,5 і 1 кг,

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

загорнутих в пергамент чи салафан, а також у картонні коробочки, пакети, склянки з різних полімерних матеріалів.

Сир зберігають до реалізації не більше 36 год при температурі камери не вище 8 °С і вологості 80 ...85%. Якщо термін зберігання буде перевищено через безперервний ферментативний процес, в сирі починають розвиватися пороки.

Сировиготівники з пресуючою ванною використовують для вироблення всіх видів сиру, при цьому трудомісткий процес пресування сиру в мішечках виключається. Сировиготівник складається з двох двостінних ванн місткістю 2000 л з краном для спуску сироватки і люком для вивантаження сиру. Над ваннами закріплені пресувальні ванни з перфорованими стінками, на які натягують фільтруючу тканину. Пресуюча ванна за допомогою гідравлічного приводу може підніматися вгору або опускатися вниз майже до дна ванни для заквашування.

Готовий сир направляється на фасування і потім в холодильну камеру для доохолодження.

З метою резервування сиру у весняний та літній періоди року його заморожують. Якість розмороженого сиру залежить від методу заморожування. Сир при повільному заморожуванні набуває крупчасту і розсипчасту консистенцію внаслідок заморожування вологи у вигляді великих кристалів льоду. При швидкому заморожуванні волога одночасно замерзає у вигляді дрібних кристалів у всій масі сиру, які не руйнують його структуру, і після розморожування відновлюються початкові, властиві йому консистенція і структура. Спостерігається навіть усунення після розморожування небажаної крупчастої консистенції внаслідок руйнування крупинок сиру дрібними кристалами льоду. Заморожують сир у фасованому вигляді – блоками по 7 ... 10 кг і брикетами по 0,5 кг при температурі від -25 до -30 °С в термоізольованих морозильних камерах безперервної дії до температури в центрі блоку -18 °С і -25 °С протягом 1,5...3,0 год. Заморожені блоки закладають в картонні ящики та зберігають при цих же температурах протягом 8 і 12 міс. Розморожування сиру проводять при температурі не вище 20 °С протягом 12 год.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

**Машинно-апаратурна схема лінії виробництва сиру роздільним способом** представлена на рис.1.2.

**Будова і принцип дії лінії.** При цьому способі виробництва молоко, призначене для вироблення сиру, з ємності 1 насосом 2 подається в зрівняльний бачок 5, а з нього насосом 2 в секцію рекуперації пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки 4 для підігрівання до 40 ...45 °С. Підігрівшє молоко надходить в сепаратор-вершковідділювач 5, в якому поділяється на знежирене молоко і вершки з масовою часткою жиру не менше 50 .. .55%. Получені вершки попадають спочатку в проміжну ємність 6, а потім насосом 7 в пластинчасту пастеризаційно-охолоджувальну установку 8, де вони пастеризуються при температурі 85...90 °С з витримкою 15...20 с, охолоджуються до 2 ... 4 °С і направляються в двостінну ємність 9 на тимчасове зберігання до змішування з сиром.

Знежирене молоко з сепаратора надходить в пластинчасту пастеризаційно-охолоджувальну установку 4, де спочатку пастеризується при температурі 78 °С з витримкою 15 ... 20 с., а потім охолоджується до 30 ... 34 °С і направляють у резервуар 11 для сквашування, забезпечений спеціальною мішалкою. Закваска, приготовлена в заквасочнику 10, насосом 7 подається в резервуар 11 для заквашування. Сюди ж подається хлорид кальцію і фермент, суміш ретельно перемішують і залишають для заквашування до кислотності згустку 90 ... 116 °С, а якщо використовується прискорений спосіб заквашування молока, то 85...90 °С. При сепаруванні згустку з меншою кислотністю сопла сепаратора можуть засмітитися.

Отриманий згусток ретельно перемішується і насосом 12 подається в пластинчатий теплообмінник 13, де спочатку підігрівається до 60...62 °С для кращого відділення сироватки, а потім охолоджується до 25 ... 32 °С, завдяки чому він краще поділяється на білкову частину і сироватку. З теплообмінника 13 згусток через сітчастий фільтр 14 під тиском подається в сепаратор-сировиробник 15, де розділяється на сироватку і сир.

										Арк.
										24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ					

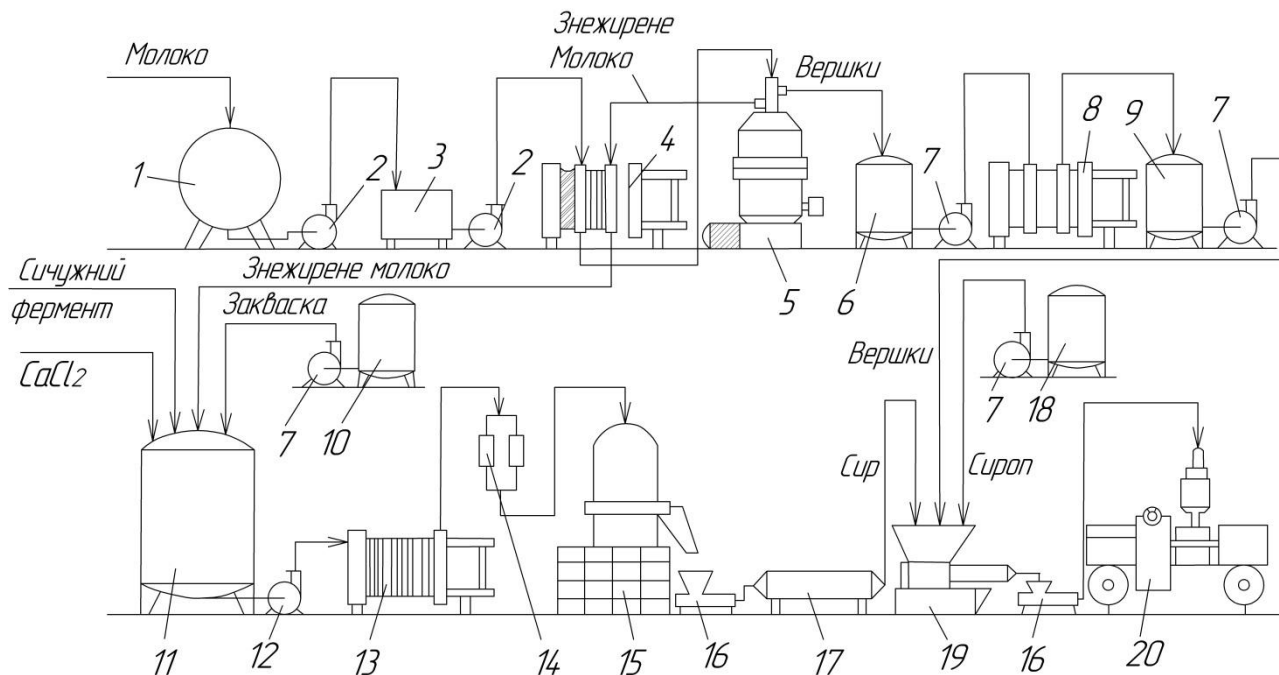


Рис.2.2. Машинно-апаратна схема лінії виробництва сиру роздільним способом.

При виробленні жирного сиру зневоднення сепаруванням проводять до масової частки вологи в згустку 75 ...76%, а при виробленні напівжирного сиру – до масової частки вологи 78 ... 79%. Отриманий знежирений сир подають спеціальним насосом 16 спочатку на охолоджувач 17 для охолодження до 8°C, розтирають на вальцюванні до отримання гомогенної консистенції. Охолоджений сир направляють в місильну машину 19, куди дозуючим насосом 7 подаються пастеризовані охоложені вершки з ємності 18 і все ретельно перемішується. Готовий сир фасують на машинах 20 і направляють в камеру для зберігання.

Одним з ефективних способів дослідження технологічних систем є складання моделі процесів, що досліджуються для вирішення окремих конкретних завдань удосконалення технологічного процесу виробництва продукту. Метою моделювання технологічної системи є визначення взаємопов'язаних технологічних параметрів виробництва з показниками якості напівфабрикатів і готової продукції, встановлення можливості регулювання та оптимізації параметрів технологічного процесу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ

Арк.

25

Складання горизонтальної декомпозиції дозволяє уявити технологічну систему в загальному вигляді (рис.2.3), визначити основні етапи виробництва (підготовка рецептурних компонентів, підготовка суміші до зсідання, зсідання суміші, теплова обробка, формування сиру, підготовка до реалізації, реалізація).

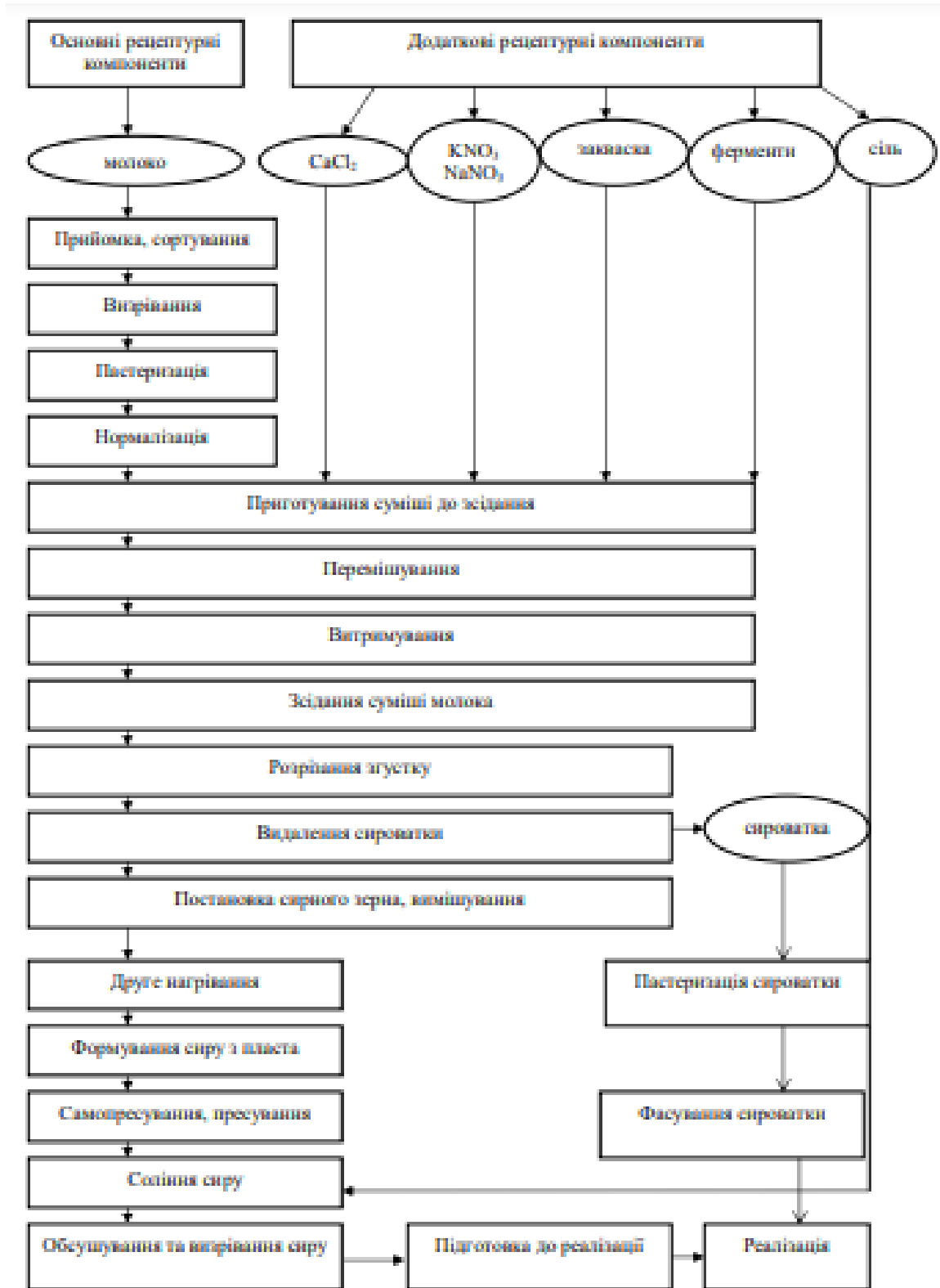


Рис. 2.3. Принципова технологічна схема виробництва сиру Голландського

Згідно рецептури сиру Голландського та технології приготування складаємо технологічну схему виробництва сиру Голландського (рис.2.4). Вона відрізняється від принципової схеми тим, що містить всі параметри та режими приготування.

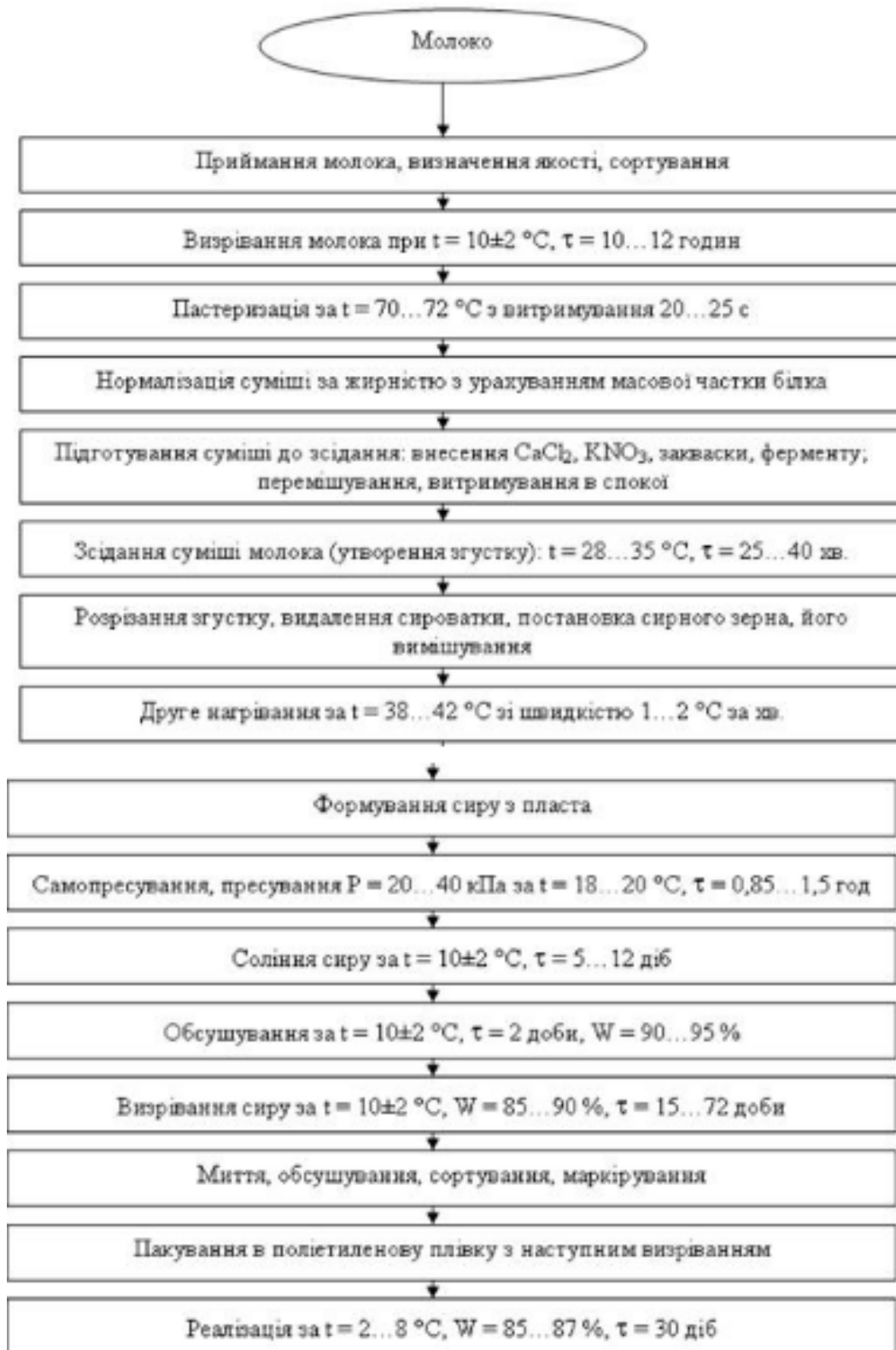


Рис.2.4. Технологічна схема виробництва сиру Голландського

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ

Арк.

27

За фізико-хімічними та гігієнічними показниками і технологічними властивостями молоко для виробництва сирів повинно відповідати таким вимогам: ступінь чистоти не нижче 1 групи; густина – не менше 1027 г/см<sup>3</sup>; кислотність – не менше 16, але не більше 18 Т.

Приймання молока. Включає такі операції: перевірку супроводжувальних документів, огляд тари, органолептичну оцінку молока, визначення температури, відбирання проб та проведення аналізів для оцінки якості молока; сортування молока. Після перемішування молока в кожній одиниці транспортної тари (секції молочної цистерни, бідоні) визначають органолептичні показники молока: запах, колір, консистенцію.

Визрівання молока. Оптимальним режимом визрівання молока в сироварінні є його витримка за температури 8...12 С протягом 10...12 годин з додаванням або без додавання закваски молочнокислих бактерій. У процесі визрівання змінюються фізико-хімічні та технологічні властивості молока (збільшується кількість розчинних азотистих речовин, збільшуються міцели казеїну, частина нерозчинних кальцієвих солей переходить у розчинений стан).

Пастеризація молока. Залежно від типу пастеризаційних установок у сироварінні застосовують тривалу пастеризацію за 63–65 °С з витримкою 20 хв. за цієї температури або короткочасну за температури 70–72 °С з витримкою від 20 до 25 с. У випадку підвищеної бактеріальної забрудненості молока допускається підвищення температури пастеризації до 76°С з тією ж витримкою. Термізація – нагрівання молока до температури 63...65 °С з витримкою 20..25 с. Її застосовують після визрівання молока за оптимальних режимів.

Підготовка молока до заквашування. Складається ця підготовка з охолодження молока, внесення у нього хлористого кальцію, бактеріальної закваски. Залежно від складу і властивостей молока, в нього вносять хлористий кальцій від 10 до 40 г безводної солі на 100 кг молока у вигляді 40%-го розчину. Після відстоювання обов'язково фільтрують і зберігають у закритому скляному посуді.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Застосування селітри. Щоб припинити розвиток газоутворюючих бактерій та запобігти пізньому здуванню сирів під час їх визрівання застосовують калійну селітру ( $KNO_3$ ). Селітра додається у вигляді водного розчину після внесення в суміш молока хлористого кальцію і фосфорно-кислих солей.

Застосування заквасок та сичужного ферменту. Кількість бактеріальної закваски, яка повинна бути внесена в суміш молока встановлюється залежно від виду сиру та зрілості молока. Під час виготовлення твердих сирів у пастеризоване молоко вносять від 0,2 до 0,5 % закваски. Температура сквашування молока для твердих сирів становить близько 30...34 С. Від температури зсідання молока залежить подальший розвиток молочнокислих бактерій і характер зміни сичужного згустку. Сквашування молока триває 25-35 хв. При використанні для виготовлення сиру біопрепарату приготований розчин молокозгортуючого ферменту до внесення в молоко змішують з біопрепаратом та витримують від 15 до 20 хв., кислотність молочної суміші при цьому підвищується на 1-2 Т.

Готовий згусток нормальної густини, маючий на розколі достатньо гострі краї з виділенням прозорої сироватки, підвергають розрізці та постановці зерна, які проводять протягом 15-25 хв. для голландського брускового і 10-20 хв. для круглого сиру. Сирне зерно після постановки повинно мати розміри 7-9 мм для брускового та 5-7 мм для круглого сиру.

Під час постановки зерна з ванни видаляють 30-40 % сироватки від кількості молока, що переробляється, або 20-30 % за умов додаткового видалення її перед другим нагріванням.

Зерно вимішують до досягнення певного ступеню пружності, воно стає більш округлим. При нормальному розвитку молочнокислого процесу зростання кислотності сироватки з моменту розрізання згустку до другого нагріву складає від 1 до 1,5 Т. Перед другим нагріванням видаляють ще 15-25 % сироватки. При занадто інтенсивному розвитку молочнокислого процесу в суміш вносять від 5 до 15 % пастеризованої води.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Друге нагрівання. Температуру другого нагрівання встановлюють в залежності від властивостей сирного зерна у межах від 38 до 42 С. Тривалість другого нагріву 10-20 хв.

Соління сиру. В кінці другого нагріву з метою поліпшення консистенції сиру провадять частковий посіл в зерні, для чого в суміш сирного зерна з сироваткою вносять розчин харчової солі з розрахунку 200-300 г сухої солі на 100 кг молока. При повільному зневодненні зерна вносити сіль не рекомендується.

Тривалість вимішування зерна після другого нагріву залежить від властивостей молока, здатності зерна до зневоднення і складає 30-60 хв. Кислотність сироватки з моменту другого нагріву до кінця обробки зростає на 1-1,5 Т і до кінця обробки не повинна перевищувати 16<sup>0</sup>Т. Закінчення обробки зерна визначають за його пружністю. При стисненні в руці сирне зерно повинно злипатися в моноліт, який при розтиранні між долонями розпадається на окремі зерна.

Формування та пресування сиру. Голландський сир формують з пласта. Пласт підпресовують протягом 15-25 хв. під тиском від 1 до 2 кПа, потім розрізають на бруски, що відповідають розмірам форм. Самопресування у формах проводять протягом 20-50 хв. Через 15 хв. перегортають, маскують, накривають кришками і знову залишають до кінця самопресування.

Пресують сир протягом 1,5-2,5 г при поступово зростаючому тиску від 10 до 50 кПа брусковий та 60 кПа круглий. При необхідності сир через 30-60 хв. перепресовують. Відпресований сир повинен мати замкнену поверхню та рН у межах від 5,5 до 5,8. Оптимальна масова частка вологи в сирі після пресування 43-45 %.

Соління в розсолі. Голландський сир солять в розсолі з концентрацією не нижче 18 % та температурою 8-12 °С, відносній вологості повітря 90-95 %.

Визрівання сирів. Для визрівання голландський брусковий сир спочатку поміщують в камеру на 16-20 діб з температурою повітря 10-12°С і відносній вологості 85-90 %, потім на 1 місяць в камеру з температурою повітря 14-16 °С і

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відносній вологості 80-85 %; далі до кінця дозрівання голландський брусканий сир витримують за температури 12-14<sup>0</sup>С, круглий - 10-12 °С і відносній вологості повітря 75-85 %. Допускається визрівання голландського сиру весь період у камері при температурі 12±2 С і відносній вологості повітря 80-90 %.

Періодично, по мірі появи плісняви на сирах, їх миють в теплій воді (30 – 40<sup>0</sup>С), обсушують та знов розміщують на чистих сухих полицях. Під час визрівання сири перегортають для запобігання деформації головок. Через 15-25 діб після наведення достатньо міцної корки сири миють, сушать та парафінують. З метою скорочення витрат праці по догляду за сиром та зниженням витрат сирної маси їх пакують у пакети з полімерної плівки або використовують двуслойне комбіноване покриття. Для отримання безкіркового сиру пакування в плівку здійснюється через 7-10 діб після посолки до появи плісняви на головках сиру; вміст вологи в сирі після пресування повинно бути на 1-1,5 % нижче, ніж для коркового, обов'язкове застосування часткової посолки в зерні та регулювання кислотності сиркової маси.

Загальна тривалість визрівання голландського брускового сиру складає 60 діб, голландського круглого – 75 діб. Оптимальні фізико-хімічні показники зрілого голландського брускового сиру: масова частка жиру 45±1,6 % в сухій речовині, масова частка вологи від 40 до 42 %, масова доля повареної солі від 2 до 2,5 %, рН від 5,25 до 5,35; для голландського круглого: масова частка жиру в сухій речовині 50±1,6 %, масова частка вологи від 39 до 41 %, масова частка харчової сілі від 2,0 до 2,5 %, рН від 5,2 до 5,3.

## **2.2. Технологічна схема утворення і переробки сирного зерна**

Молоко проходить через приймальне відділення, підігрівається, очищується і нормалізується на сепараторах. Потім надходить до резервуару і за допомогою насоса потрапляє на пластинчастий підігрівач. Підігріта суміш направляється у ванну (рис.2.6), де відбувається зсідання молока. Для цього використовують ферментний препарат – сичужний порошок.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

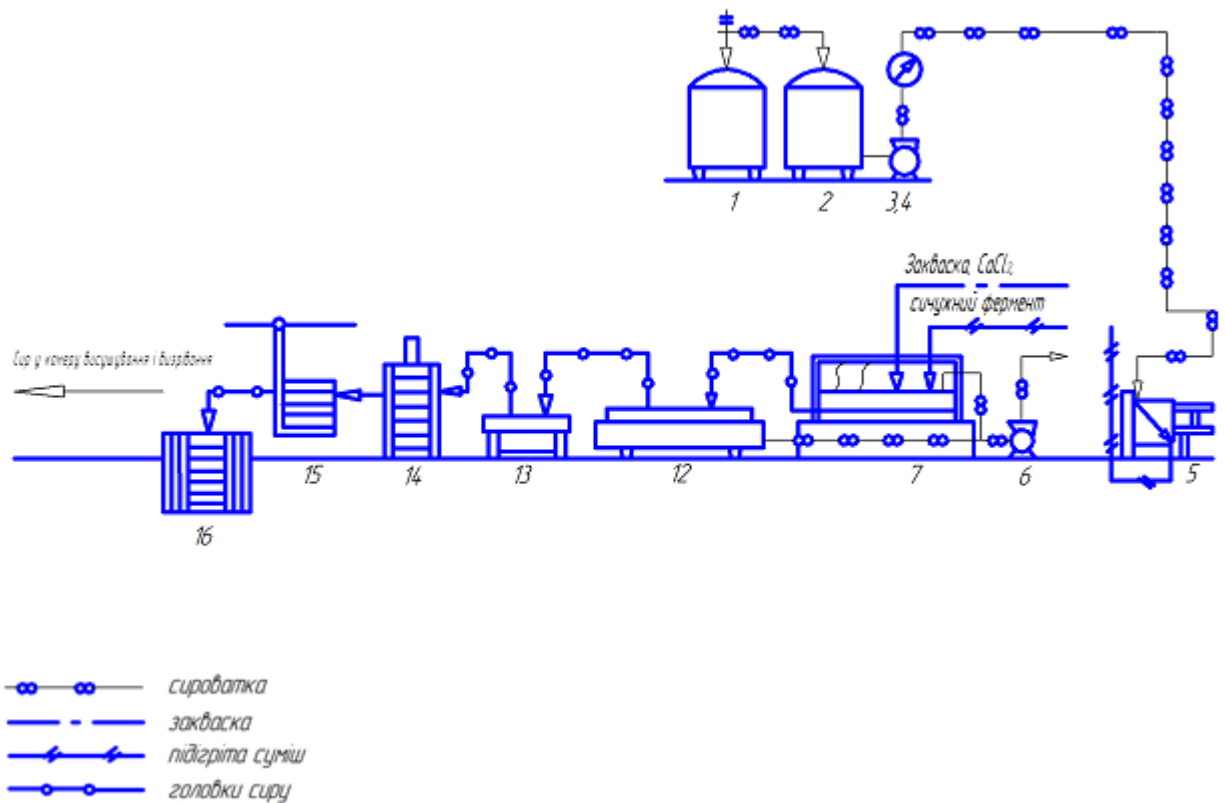
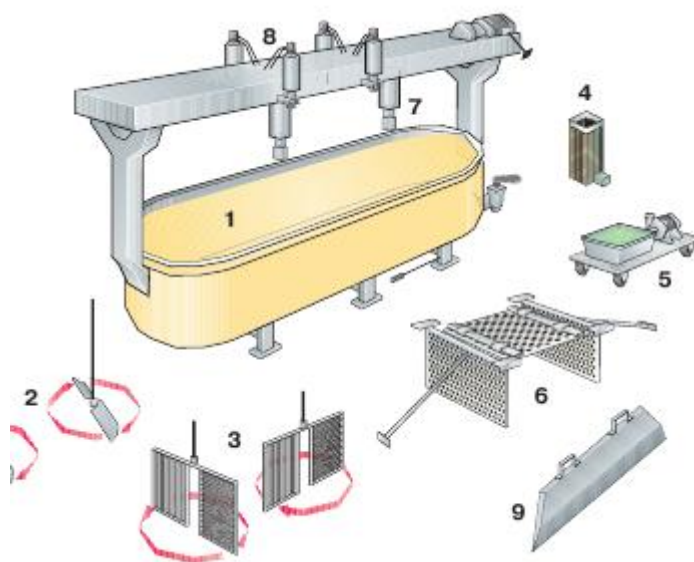


Рис.2.5. Технологічна схема утворення сирного зерна

1,2 – резервуари; 3,6,9 – насоси; 4 – лічильник; 5 – пластинчастий підігрівач; 7 – ванна; 10 – бак; 12 – формувальний апарат; 13 – стіл; 14 – прес; 15 – контейнер; 16 – басейн для соління сиру.



1 – ванна; 2 – інструмент для мішання; 3 – ріжучий інструмент; 4 – фільтр, який встановлюють всередині ванни на виході; 5 – насос для сироватки на візку з неглибоким контейнером; 6 – плити для попереднього пресування; 7 – опора для інструментів; 8 – гідравлічні циліндри; 9 – сирний ніж.

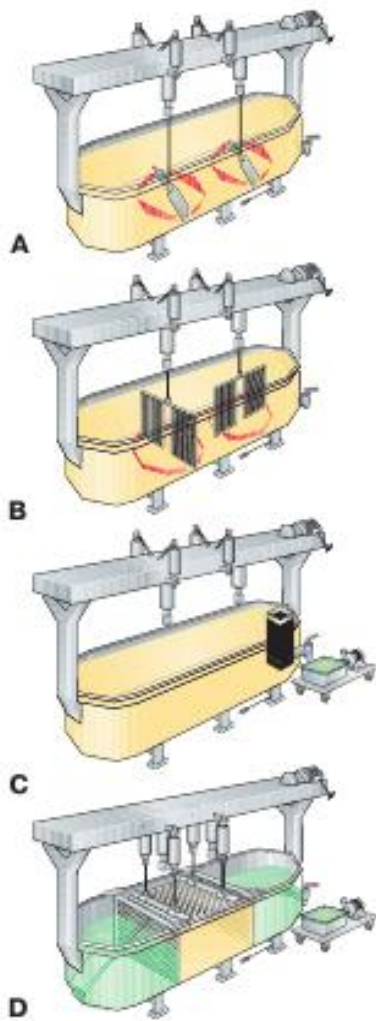
Рис.2.6. Сироробна ванна з інструментами для виготовлення сиру

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ

Арк.

32



- A –ванна під час перемішування;
- B –ванна під час розрізання;
- C –ванна під час зливу сироватки;
- D –ванна під час пресування

Рис.2.7. Використання інструментів у сироробній ванні

Одним із процесів зсідання молока є утворення гелюсирного згустку, який здатний виділяти вологу з розчиненими в ній речовинами (сироватку) і внаслідок цього стискатися.

Щоб прискорити виділення сироватки згусток розрізають і обробляють до одержання сирного зерна різних розмірів, відповідно до певного виду сиру. Обробку ведуть у ваннах за допомогою ножів, лір, механічних мішалок. Підвищення температури при обробці сирного зерна призводить до посиленого виділення сироватки.

Після обробки зерно потрапляє на формувальний апарат, потім під прес і в басейн для соління. Витримавши певний час сир відправляють у камеру обсушування і визрівання.

У даному випадку сироватка відкачується насосом і зливається як вторинний продукт. По-перше, це забруднює довкілля, а по-друге, з огляду на

те, що це цінний продукт, тому пускати її у відходи за нинішніх часів не погосподарськи.

### **2.3. Технічне переоснащення лінії вироблення твердого сиру**

Для подальшого використання сироватки її доцільно очистити перед обробкою на мембранній установці.

Технічне переоснащення лінії (рис.2.8), полягає у встановленні сепаратора ОТС після ванни, в якій виділяється сироватка. Звідти вона відкачується в танк. Для ефективного освітлення, перед подачею на сепаратор її підігривають на пластинчастому підігривачі, щоб білок згорнувся. З допомогою сепаратора на першому етапі можна відокремити відносно великі частки згустку, які відводяться у бак, а потім йдуть на подальшу переробку. Сироватка направляється у танк, а потім на мембранну установку. Як результат ми отримуємо додатково білковий згусток (дрібний) і розчин з лактозою.

Лактозу направляємо на ультрафільтраційну установку і обробляємо методом зворотнього осмосу. На виході матимемо лактозний сахар.

Сепаратор ОТС призначений для освітлення сироватки і видалення з неї білкових речовин за допомогою молочного цукру. Цей процес подібний до очистки молока в сепараторах молокоочисниках. Підготовлена сироватка з хлоп'ями скоагульованих білків, температурою до 95 градусів, подається в сепаратор. Потім вона розподіляється тонким шаром між тарілками і рухається до осі барабана. Під дією відцентрових сил із сироватки, як більш важчі, виділяються білкові частинки. Вони рухаються до периферії і осідають в шламовому просторі.

В міжтарілковому просторі більш мілкі білкові частинки, проникаючи через невелику товщину сироватки, осідають на нижній поверхні тарілок і скочуються у шламовий простір. Звільнена від білкових частинок сироватка стає світлою. Мінімальні розміри білкових частинок, які видаляються 2 – 5 мкм. Освітлена сироватка з між тарілкового простору піднімається вгору в камеру кришки барабана, звідки виводиться через диск під напором у танк.

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34



### 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

#### 3.1. Техніко-економічне обґрунтування

Сепаратори молочної промисловості відносяться до основного обладнання, що застосовується при переробці молока, їх використовують для очистки молока від домішок, сепарування молока та отримання вершків, нормалізації та гомогенізації молока, виділення білку і жиру з сироватки при виробництві молочного цукру виділення білка при виробництві сиру кисломолочного і для інших операцій, пов'язаних з розділом дисперсних фаз.

В молочній промисловості експлуатуються десятки тисяч різних сепараторів. Найбільш розповсюджені напівзакриті сепаратори, потужністю від 2 до 5 м<sup>3</sup>/год. В зв'язку із скороченням потужності заводів і зменшенням переробляемого молока застосування малопотужних сепараторів збільшується.

Сепаратори можна класифікувати по виробничому призначенню, по конструктивним особливостям приймальне – відвідних пристроїв, по способу видалення осаду з барабану.

Сепаратори, що застосовуються в молочній промисловості по виробничому призначенню підрозділяють на: вершковиділювачі (концентратори), очищувачі (класифікатори) нормалізатори (стандартизатори), гомогенізатори (класифікатори), бактофачі (для очистки молока від бактерій), сепаратори для виділення білкового згустку. В молочній промисловості найбільш широке застосування отримали вершковиділювачі та очисники.

По конструктивним особливостям приймальне – відвідних пристроїв сепаратори розрізняють на: відкриті напівзакриті (напівгерметичні) закриті (герметичні). По способу видалення осаду з барабану з сепаратора їх поділяють на сепаратори з ручним та відцентровим вивантаженням осаду (саморозгужаючі). Останні в свою чергу бувають з безперервною і пульсуючою вигрузкою осаду. До таких сепараторів з безперервною вигрузкою осаду відносяться бактофачі і сепаратори для видалення білкової фази, а з пульсуючою вигрузкою осаду – вешковідділювачі і молокоочисники. Всі саморозгужачні сепаратори молокоочисники, які застосовуються на

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ				

підприємствах відносять до типу тарілчастих з одно етапною пульсацією для вигризки осаду.

В молочній промисловості широко застосовують універсальні сепаратори, на яких можна здійснювати наступні операції:

сепарування (видалення вершків);

очистку;

нормалізацію і очистку;

очистку молока.

Винайдення сепаратора пов'язано з розвитком маслоробства. Необхідність отримання вершків в великих кількостях і високої якості ставила задачу радикально змінити процес відстоювання вершків. В зв'язку з цим у середині ХІХ століття почали пропонувати різні пристрої для отримання вершків, засновані на застосуванні відцентрової сили.

В 1878 році Г. Певань запропонував для розділення молока використовувати центрифугу, яку назвав сепаратором.

Перший сепаратор був періодичної дії і тому не знайшов широкого застосування. Ці сепаратори були безтарілочними. В 1889 році Бектолічейм запропонував конічні тарілчасті вставки, що підвищило продуктивність сепаратора і значно покращило якість знежирювання. Конструкції сепараторів удосконалювались і зараз ми маємо широкий вибір сепараторів.

Сироватка, рідкий побічний продукт, який утворюється при виробництві сиру і казеїну, характеризується високим вмістом харчового білка і до цих пір практично не використовується людиною.

Питання її переробки після виготовлення сиру твердого сьогодні актуальне, тому що ця проблема є практично для кожного виробника. І проблема в тому, куди її дівати. Раніше у нас її просто зливали в каналізацію, ні перед ким про це не звітуючи і ні в кого не питаючи дозволу. Років із десять тому екологічні організації почали тиснути на сироварів, і небезпідставно, бо сироватка – таки забруднює довкілля. Отоді й почали думати, що робити з нею. А робити треба було ще й з огляду на те, що сироватка – і справді цінний

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ				

продукт, тому пускати її у відходи за нинішніх часів не по-господарськи. Не дивлячись на постійний брак білка, на великій частині земної кулі, значна частина виробництва цього продукту не переробляється.

Розвиток нанотехнологій, зокрема мембранної, дозволяє значно збільшити ступінь переробки вторинної сировини харчової промисловості та одночасно сприяти зниженню частки викидів у навколишнє середовище. Особливо це актуально для подальшого формування системи комплексної переробки сирної сироватки. Численні дані, показують, що основними відмітними особливостями мембранних процесів є низька температура, невеликі габарити обладнання, мала енергоємність. Таким чином, найбільш перспективними технологіями ХХІ століття з точки зору економіки та екології є технології, що використовують мембранні методи обробки сировини.

Найпростіший спосіб цивілізовано використати сироватку – висушити її й реалізувати в такому вигляді. Метод мембранної фільтрації досконаліший, відтак і складніший. Втім, він вигідніший, бо за нинішніх умов застосовувати газ для висушування сироватки – справа нерентабельна для підприємств.

Також дає змогу з меншими затратами переробляти сироватку, розкладаючи її на компоненти. Приміром, виділити з неї воду, підгустити її для використання у виробництві, скажімо, згущеного молока. Такий компонент, як сироватковий білок – дуже цінна харчова добавка. Його можна дорого продавати харчовикам, особливо тим, хто виробляє продукти дитячого харчування. Відомо, що деякі сироваткові білки є повноцінними заміниками жіночого молока. Так само цінна і лактоза – ще один сироватковий компонент, який широко використовується і як харчова добавка, а також у фармакології.

Сепаратор вершковіддільник ОМ-4А є найбільш схожим до сепаратора ОМС-3М який призначений для розділення молока і вершків. Різниця їхньої будови полягає в улаштуванні станини, барабана, приймально-відвідного пристрою, тахометра та окремих деталей привідного механізму і в них також різні електродвигуни. На відміну від сепаратора ОСП-3М сепаратор ОМ-4А має лапи, форма стінок круглі і більш висока, ніж у сепаратора ОСП-3М .

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Відсутність лап у сепаратора ОМС-3М дещо ускладнює експлуатацію і догляд за сепаратором. Для отримання доступу до нижньої опори і промивки під сепаратором його потрібно підіймати на спеціальні опори на 80 – 100 мм. Також головною відмінністю є те що сепаратор ОМ-4А є герметичним, а ОСП-3М –напівгерметичним.

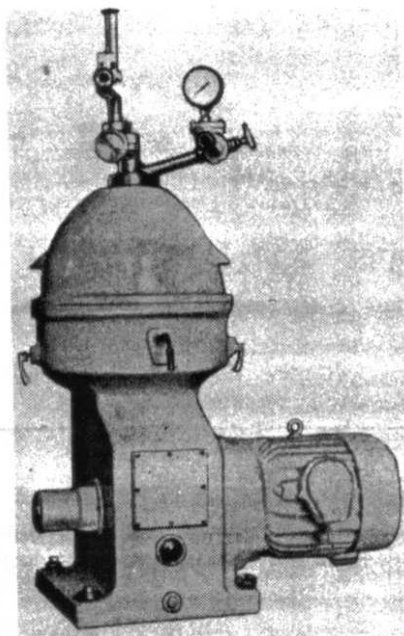


Рис.3.1. Сепаратор ОМ-4А.

В барабані є корпус з центральним конічним отвором для установки на веретено, в пас якого входить винт. В середині вставлений тарілотримач з отвором і пакет тарілок, отвори якого утворюють вертикальні колони, співпадають з отворами тарілотримача. Для зручності установки і постійної послідовності на тайлках відмічені порядкові камери. Зверху у пакет тарілок надіта тарілка, обладнана корочкою, а над нею розташована роздільна тарілка. Положення всіх тарілок фіксується виступами таріло тримача.

В камері між верхньою і нижньою тарілкою встановлений напірний диск для вершків. Кришка барабана, в середині ребра якої садяться на роздільну тарілку, з'єднується з корпусом гайкою, завинчується спеціальним ключом проти годинникової стрілки, що переходить від самовідвинчування гайки під час роботи. Герметичність при цьому забезпечується , ущільнюючим гумовим кільцем вложеним в кільцевий корпус кожуха. Розміщення корпусу і кожуха

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

фіксується шпонкою яка входить в паз кришки. В верхній частині кожуха є камера з напірним диском для обезжиреного молока, в якій є кришка. Центральна нижнім кільцем входить в отвір тарілотримача. До неї кріпиться воронка з поплавком.

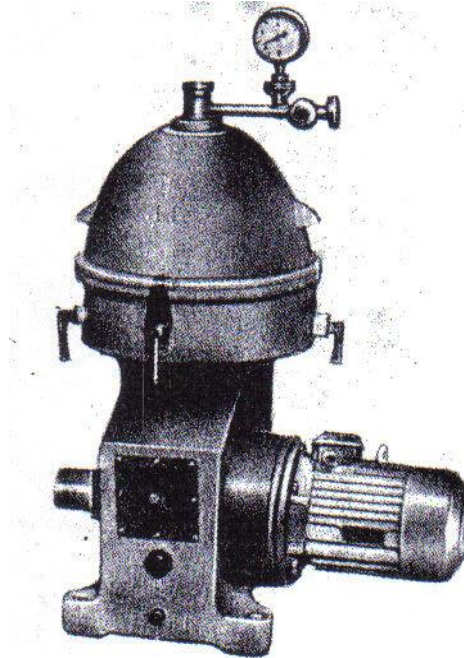


Рис.3.2.Сепаратор ОСП-3М

Спеціальні ущільнювачі усувають зміщування рідини в камерах для вершків і безжирного молока. Лита чавунна станина сепаратора має масляну ванну, чотири лапи для кріплення на фундаменті, вікно щоб дивитися за рівнем масла, пристрій для його випуску. В головній частині станини розміщені стопорний винт, для фіксації барабана в нерухомому стані в період його розбирання і збирання.

Барабан сепаратора ОМ-4А має верхню тарілку, яка накрита розділюючою тарілкою. А сепаратор ОСП-3М не має спеціальної верхньої тарілки. Але схожість є у камерах. Камера в якій розміщується напірний диск для вершків утворена диском верхньої тарілки і розділовою тарілкою. Вибрана конфігурація кришки барабана дозволяє застосувати мінімальну висоту ребер розділової тарілки.

Приймально-відвідний пристрій, для приймання і відведення продукту знаходиться під воронкою і кріпиться до фланців ковпака барабана.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Регулювальні вентиля для відведення як вершків так і знежиреного молока мають спеціально влаштовану пробку. Дана пробка встановлена так, що може переміщуватись і змінювати тим сопло і переріз отвору для відведення вершків і знежиреного молока. Для регулювання руху пробки передбачена спеціальна гайка.

Внаслідок порівняльної характеристики можна зробити висновок, що сепаратор ОТС в порівнянні з сепараторами ОМ-4А та ОСП-3М має більш доступну конструкцію, станини, барабана, приймально-відвідного пристрою та окремих частин приводу.

Враховуючи вище сказане, можна зробити висновок про доцільність та ефективність використання сепаратора ОТС.

### **3.2. Будова та принцип дії**

Сепаратор ОТС – використовується для виділення з молочної сироватки білкових речовин при дії молочного цукру. Тривалість безперервної роботи його складає 2 години.

До складу сепаратора входять наступні основні вузли: станина з приводним механізмом, барабан, приймально – відвідний пристрій.

В сепараторі ОТС станина 7 є корпусом, в якому змонтований привід з електродвигуном 9 і гальмом 8. У верхній частині станини закріплена чаша 6, на якій встановлений приймач осаду 3 з двома глушниками 4. В приймач осаду при розвантаженні барабану викидається білковий згусток.

На чаші станини змонтований гідровузол 5, при допомозі якого здійснюється відвід між тарілкової рідини і розвантаження барабану. Всередині чаші станини встановлений прийомний пристрій для міжтарілкової рідини, яка виходить із прийомного пристрою через патрубок 7. На вертикальному валу 9 в чаші станини встановлений барабан 3. Приймальний пристрій доля осаду 4 і барабан закриті кришкою 2, закріпленою до приймача прижимами 16.

До верхнього фланця кришки прикріплено приймально-відвідний пристрій 1, який забезпечує подачу гарячої сироватки і вихід освітленої сироватки.

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приводний механізм сепаратора ОТС складається з горизонтального валу 12, вертикального валу 9. Тахометр 13 отримує обертання від горизонтального валу. Для змазування механізму у внутрішню частину станини, через отвір, закритий пробкою 14, до рівня показчика 11, заливають мастило. Злив відпрацьованого масла проходить через отвір, закритий пробкою 10.

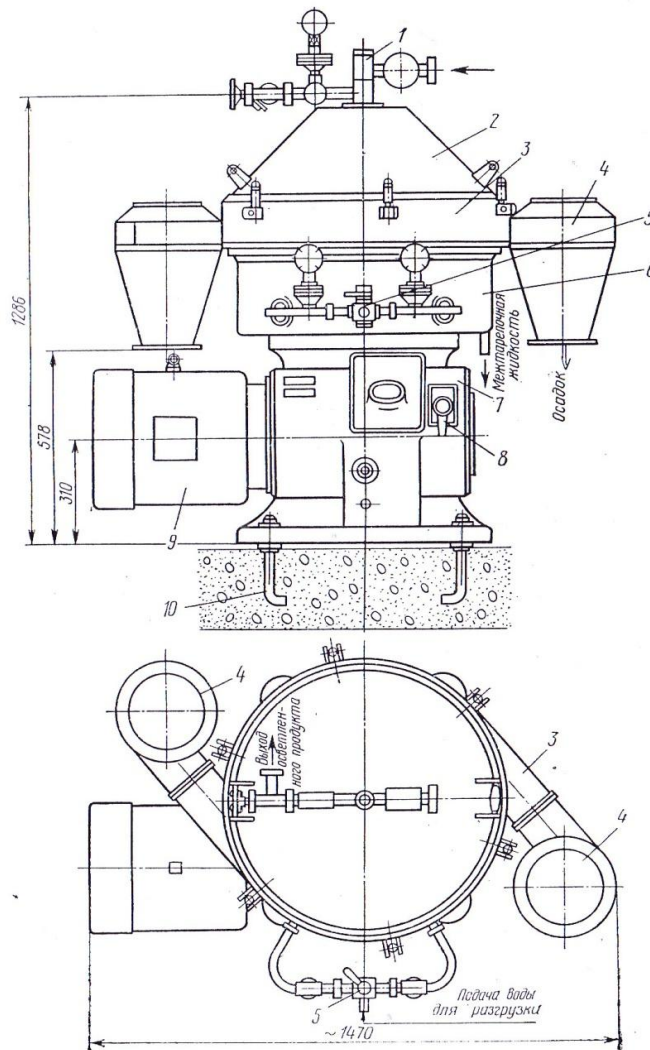


Рис.3.3. Загальний вигляд сепаратора ОТС

Сепаратор ОТС має зовнішній рухомий поршень і двоетапне розвантаження. На основі 8 барабан, з внутрішньої сторони встановлений тарілотримач 4 з одягнутим на нього пакетом тарілок 5. Вони не мають бокових отворів. Тарілотримач зафіксований штифтом 25. Тарілотримач накритий кришкою 6, яка встановлена в основі 8 і зафіксована штифтом 9. Кришка закріплена великою затяжною гайкою 7 в упор до основи. При цьому кришка зжимає пакет тарілок і ущільнюючу прокладку 10. Кришка і основа

					<b>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

утворюють всередині барабана простір для осаду у вигляді конічного кільця, на вершині якого розташовані вікна для виходу осаду при розвантаженні.

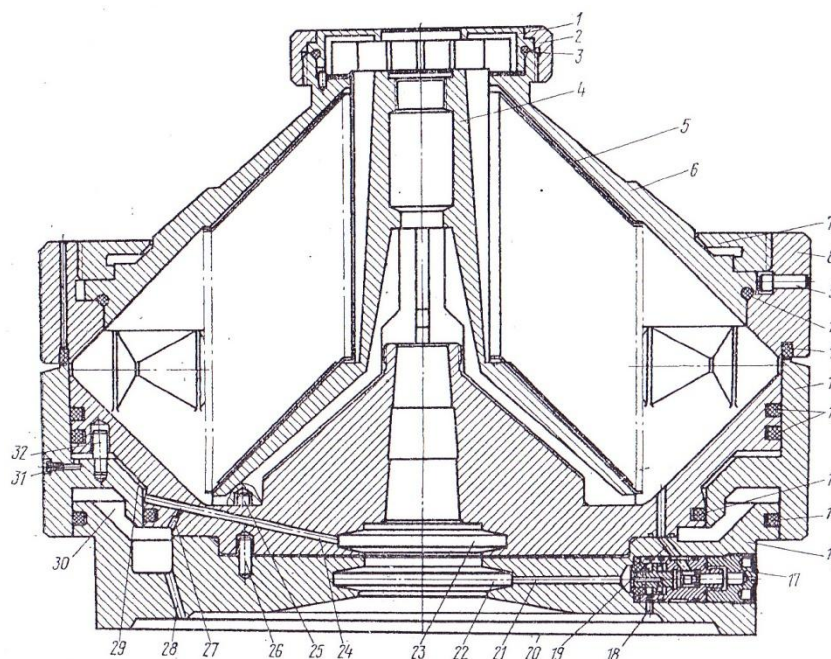


Рис.3.4. Барабан сепаратора ОТС

На циліндричну зовнішню поверхню основи встановлений рухомий поршень 12. Ущільнення між поршнем і основою забезпечується прокладками 13 і 14. Поршень верхнім торцем прижимається до ущільнювального кільця 11 з капрону і закриває розвантажувальні вікна. Між поршнем і основою утворений простір 29. Поршень фіксується штифтом 32. До нижнього торця основи прикріплене дно 16, зафіксоване штифтом 6. Дно з'єднане з рухомих поршнем так, що між ними утворений простір для буферної води. Ущільнення між дном і поршнем забезпечується прокладкою 15. На дні розташовані радіально два клапана 17, з'єднані каналами 18, 19, 21 з камерою 22, внутрішньою площиною барабана і зовнішнім середовищем. В основі знаходиться канал 24, який з'єднує камеру 23 для подачі буферної води у простір 29 між поршнем і основою.

Кришка 6 у верхній частині має камеру для освітлення сироватки, закріпленою кришкою 1 з прокладкою 3. Кришка 1 закріплена гайкою 2. В камері, у зібраному сепараторі знаходиться диск напору для безперервного відведення освітленої сироватки з обертаючого барабана сепаратора.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ

Арк.

43

### 3.3. Розрахунок і проєктування сепаратора ОТС

#### 3.3.1. Технологічний розрахунок

Вихідні дані для розрахунку:

1.Продуктивність, л/год.....	4000
2.Частота обертання барабану, об/хв.....	5580
3.Кількість комплектних тарілок, шт.....	60
4.Загальна маса сепаратора, кг.....	778
5. Радіус тарілки, мм:	
максимальний.....	140
мінімальний.....	65
6.Висота тарілки, мм.....	90
7.Відстань між тарілками, мм.....	12
8.Зовнішній діаметр барабана, мм.....	475
9.Маса барабану, кг.....	260
10.Кут нахилу тарілок, град.....	60
11.Габаритні розміри, мм:	
ширина.....	1420
висота.....	1286

Виходячи із досліджень Г. І. Бремера, визначене співвідношення конструктивних факторів і фізичних властивостей продукту :

$$\left[ \frac{z \cdot n^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha (R_B^3 - R_M^3)}{M} \right] \cdot \left[ \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} \cdot r_1^2 \right] = 0,055 \quad (3.1)$$

де  $z$  – кількість міжтарілкових зазорів (тарілок)

$n$  – частота обертання ротора, об/с;

$\alpha$  – кут нахилу твірної тарілки, град;

$R_B$  – максимальний радіус тарілки, м;

$R_M$  – мінімальний радіус тарілки у зоні розподілення, м;

$M$  – продуктивність(кількість рідини, що поступає у ротор), м<sup>3</sup>/с;

$\rho_1, \rho_2$  – густина відповідно середовища і частинки, кг/м<sup>3</sup>;

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$\mu$  – коефіцієнт динамічної в'язкості середовища, кг/(м·с);

$r_1$  – радіус частинки, м.

З цього співвідношення визначається розмір (радіус) частинок, що можуть перетнути товщину рідини за час перебування в міжтарілковому просторі:

$$r_1 = 0,235 \cdot \sqrt{\frac{M \cdot \mu}{z \cdot n^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot (R_B^3 - R_M^3)}} = 0,235 \cdot \sqrt{\frac{0,0039}{60 \cdot 93^2 \cdot \operatorname{tg} 60 \cdot 116000 \cdot (0,14^3 - 0,065^3)}} = 0,91 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 0,91 \text{ мкм}$$

$$\frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} = 2900 \cdot t_{\text{вн}} = 2900 \cdot 40 = 116000$$

$$M = \frac{4000}{3600 \cdot 1000} = 0,0011$$

Визначаємо фактор розділення:

$$F = \frac{2 \cdot \pi}{3} \cdot \frac{\omega^3}{M} \cdot z \cdot (R_{\max}^3 - R_{\min}^3) \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot \pi}{3} \cdot \frac{584,04^3}{0,0039} \cdot 60 \cdot (0,14^3 - 0,065^3) \cdot \operatorname{tg} 60 = 2,74 \cdot 10^{10}$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 5580}{30} = 584,04 \text{ рад/с}$$

Опір розділення:

$$\tau = \frac{1}{18} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} \cdot d^2 = \frac{2}{9} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} \cdot r^2 = \frac{2}{9} \cdot 116000 \cdot 0,91 \cdot 10^{-6} = 0,023 \text{ сек}$$

$$E = \frac{1}{\tau} = 18 \cdot \frac{\mu}{(\rho_1 - \rho_2)} \cdot d^2 = \frac{1}{0,023} = 43,48 \text{ 1/сек}$$

Таким чином, фактор розділення сепаратора перевищує опір розділення

$$\frac{F}{E} = \frac{2,74 \cdot 10^{10}}{43,48} = 6,3 \cdot 10^8 \text{ разів}$$

Оптимальна відстань між тарілками:

$$h_{\text{опт}} = 0,96 \cdot \sqrt[4]{\frac{M \cdot (R_B^3 - R_M^3) \cdot \operatorname{tg} \alpha}{R_B^4 \cdot n^2}} \cdot \frac{\mu}{\rho_1 - \rho_2}, \text{ м} \quad (3.2)$$

$$h_{\text{опт}} = 0,96 \cdot \sqrt[4]{\frac{0,0039 \cdot (0,14^3 - 0,065^3) \cdot \operatorname{tg} 60}{0,14^4 \cdot 93^2}} \cdot \frac{1}{116000} = 0,00246 \text{ м}$$

Час перебування молока в міжтарілковому просторі:

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$\tau = \frac{\pi \cdot z \cdot h \cdot (R_{\max}^3 - R_{\min}^3)}{M \cdot \cos \alpha}, \text{ c;} \quad (3.3)$$

$$\tau = \frac{\pi \cdot 60 \cdot 0,0015 \cdot (0,14^3 - 0,065^3)}{0,0039 \cdot \cos 60^\circ} = \frac{0,000698}{0,00195} = 0,36 \text{ c.}$$

Тиск, створений напірними дисками:

$$P = \varphi \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot (R^2 - 0,5 \cdot r^2), \text{ Па} \quad (3.4)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт, що враховує втрати тиску ( $\varphi = 0,35 \div 0,4$ );

$\rho$  – густина вивідної рідини фракції, кг/м<sup>3</sup>;

R – зовнішній радіус напірного диску, м;

r – внутрішній радіус кільця рідини, м;

$\omega$  – кутова швидкість барабану, рад/сек.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 5580}{30} = 584,04 \text{ рад/с}$$

Отже:

$$P = 0,37 \cdot 1070 \cdot 584,04^2 \cdot (0,14^2 - 0,5 \cdot 0,065^2) = 310566,35 \text{ Па} = 0,31 \text{ МПа}$$

### 3.3.2. Енергетичний розрахунок

Енергія, яка підводиться до сепаратора, витрачається на поєднання кінематичної енергії рідини, що викидається, на подолання сил тертя ротора об повітря, на подолання сил тертя в підшипниках, на витрати енергії у редукторі.

Загальна витрата потужності:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 \quad (3.5)$$

Потужність (кВт), що витрачається на надання кінематичної енергії рідині, яка відводиться з сепаратора без протитиску, визначається за формулою:

$$N_1 = \varphi \cdot \frac{M \cdot \omega^2 \cdot R^2 \cdot \gamma_p}{2 \cdot 1000 \cdot g}, \text{ кВт}, \quad (3.6)$$

де  $\gamma_p$  – питома вага рідини, Н/м<sup>3</sup>;

r – відстань від осі обертання до вихідних отворів;

					ДП. МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– кутова швидкість обертання ротора,

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 5580}{30} = 584,04 \text{ рад/с}$$

– частота обертання ротора за хвилину;

$\varphi$  – коефіцієнт, що враховує реальну швидкість струмення,

$$\varphi = (1,0 \div 1,02);$$

$$N_1 = \varphi \cdot \frac{M \cdot \omega^2 \cdot R^2 \cdot \gamma_p}{2 \cdot 1000 \cdot g} = 1,01 \cdot \frac{0,0039 \cdot 584,04^2 \cdot 0,14^2 \cdot 1070}{2 \cdot 1000 \cdot 9,81} = 1,436 \text{ кВт}$$

Тоді:

Потужність, що витрачається на надання кінетичної енергії рідині, яка відводиться з сепаратора з протитиском на виході рідкої фракції:

$$N_1 = \frac{M \cdot P}{\eta \cdot 1000} = \frac{0,0039 \cdot 310566,35}{0,3 \cdot 1000} = 4,037 \text{ кВт}$$

де:  $P$  – тиск на виході рідини, створюваний напірним диском, Па/м<sup>2</sup>;

$\eta$  – ККД напірного диску,  $\eta = 0,3$ .

Потужність, яка необхідна для подолання сил тертя барабана об повітря (аеродинамічний опір):

$$N_2 = 1,55 \cdot \beta \cdot \rho \cdot n^3 \cdot R^5 \cdot \left( \frac{1}{\cos \alpha} + 5 \cdot \frac{H}{R} + 1 \right), \text{ кВт}; \quad (3.7)$$

де  $\beta$  – експериментальний коефіцієнт,  $\beta = 18 \cdot 10^{-5}$ ;

$\rho$  – густина повітря,  $\rho = 1,2 \div 1,3 \text{ кг/м}^3$ ;

$H$  – висота циліндричної частини барабана, м;

$R$  – зовнішній радіус барабана, м;

$n$  – частота обертання барабана, с<sup>-1</sup>.

$$N_2 = 1,55 \cdot 18 \cdot 1,25 \cdot 93^3 \cdot 0,2735^5 \cdot \left( \frac{1}{\cos \alpha} + 5 \cdot \frac{H}{R} + 1 \right) = 1,6 \text{ кВт}$$

Потужність, що витрачається на подолання тертя в основах барабана:

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_3 = \frac{\mu \cdot m \cdot \pi \cdot d_B \cdot n \cdot g}{60 \cdot 1000}, \text{кВт} \quad (3.8)$$

де:  $\mu$  – коефіцієнт тертя,  $\mu = 0,3$ ;

$m$  – маса частин сепаратора, що обертаються (маса барабана і рідини в ньому), кг;

$d_B$  – діаметр шийки веретена, м;

$g$  – прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>.

Тоді: 
$$N_3 = \frac{0,3 \cdot 270 \cdot 3,14 \cdot 0,030 \cdot 93 \cdot 9,81}{60 \cdot 1000} = 0,116, \text{кВт}$$

Загальна витрата потужності:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 = (1,436 + 4,037) + 1,60 + 0,116 = 7,189, \text{кВт}$$

Потужність двигуна:

$$N_{дв} = \frac{1,1 \cdot N}{\eta} = \frac{1,1 \cdot 7,189}{0,85} = 9,30, \text{кВт}$$

де  $\eta = 0,85$  – коефіцієнт корисної дії двигуна (ККД).

Приймаємо двигун потужністю 11 кВт.

Час пускового періоду сепаратора:

$$\tau_{III} \approx \frac{1,2 \cdot J_{\sigma} \cdot \omega_{\sigma}^2}{2000 \cdot k \cdot N_{дв} \cdot \eta_{III}} = \frac{1,2 \cdot 5,43 \cdot 584,04^2}{2000 \cdot 0,8 \cdot 11 \cdot 0,85} = \frac{2222625,33}{14960} = 149 \text{сек} = 2,48 \text{хв}$$

де  $J_{\sigma}$  – динамічний момент інерції барабану.

$k$  – коефіцієнт використання потужності двигуна в період розгону барабану сепаратора. При пускових муфтах з відомими колодками  $k = 0,25 \dots 0,3$ ; при муфтах з ведучими колодками  $k = 0,6 \dots 0,8$ ; при безпосередньому з'єднанні двигуна й сепаратора –  $k = 0,8 \dots 1,2$ .

Динамічний момент інерції:

$$J_{\sigma} = m \cdot r_0^2 = 260 \cdot 0,1445^2 = 5,43 \text{кг} \cdot \text{м}^2$$

де  $m$  – маса барабану, кг;  $r_0$  – радіус інерції барабану, м.

### 3.3.3. Механічний розрахунок

					ДП. МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Барабан сепаратора працює на високих обертах. Відцентрові сили, що при цьому виникають, викликають високі напруження у матеріалі, з якого виготовлені окремі частини: корпус, кришка, з'єднувальне (затяжне) кільце.

Для швидкохідних машин циліндричний корпус можна розраховувати як товстостінну трубу і диски, що швидко обертаються. У цьому випадку найбільше сумарне напруження:

$$\sigma_t = \frac{\rho \cdot V^2}{4 \cdot a^2} \cdot (3,3 + 0,7 \cdot a^2) + \frac{\rho_{жс} \cdot V^2}{2} \cdot \frac{1 + a^2}{1 - a^2}, \text{ кг/см}^2 \quad \text{де:} \quad (3.9)$$

$V$  – колова швидкість на внутрішньому радіусі стінки корпусу.

$$V = r_0 \cdot \omega = 0,21 \cdot 584,04 = 122,6 \text{ м/с}$$

$\omega$  – кутова швидкість, рад/с;

$\rho$  – густина матеріалу корпусу, кг/см<sup>3</sup>;

$\rho_{жс}$  – густина сепарованого продукту, кг/см<sup>3</sup>;

$a$  – відношення внутрішнього радіусу стінки корпусу до зовнішнього.

$$a = \frac{r_0}{R} = \frac{0,210}{0,235} = 0,89$$

$$\sigma_t = \frac{8,0 \cdot 10^{-3} \cdot 122,6^2}{4 \cdot 0,89^2} \cdot (3,3 + 0,7 \cdot 0,89^2) + \frac{1,026 \cdot 10^{-3} \cdot 122,6^2}{2} \cdot \frac{1 + 0,89^2}{1 - 0,89^2} = 212,75, \text{ кг/см}^2$$

Для вибору методики розрахунку корпусу ротора необхідно заздалегідь визначити критерій подібності Ньютона:

Якщо  $\rho = 8 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^3$  (для сталі), тоді

$$Ne = 11,35 \cdot 10^6 \cdot \frac{\sigma_T}{r_0^2 \cdot n^2 \cdot K_V} \quad (3.10)$$

де  $\sigma_T$  – межа текучості, кг/см<sup>2</sup>,  $\sigma_T = 800 \text{ МПа}$ ;

$n$  – частота обертання ротора, об/хв;

$K_V$  – запас міцності по швидкості,  $K_V = 2$ .

$$Ne = 11,35 \cdot 10^6 \cdot \frac{800}{0,21^2 \cdot 5580^2 \cdot 2} = 3306$$

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо  $Ne \geq 2,5$ , обичайку корпусу можна розрахувати відповідно до формул тонкостінних оболонок:

$$\sigma_T = \frac{\rho_p \cdot V^2 \cdot \varphi \cdot r_0}{2 \cdot h} + \rho \cdot \omega^2 \cdot r_0^2 = \frac{1,026 \cdot 10^{-3} \cdot 122,6^2 \cdot 1 \cdot 0,21}{2 \cdot 0,09} + 8,0 \cdot 10^{-3} \cdot 584,04^2 \cdot 0,21^2 = 138,33 \text{ МПа}$$

Товщина стінки корпусу ротора (барабана):

$$h = \frac{r_0 \cdot \lambda \cdot \varphi \cdot \sigma_0}{2 \cdot ([\sigma] - \sigma_0)}, \text{ м де:} \quad (3.11)$$

$[\sigma]$  – допустиме напруження (кг/см<sup>3</sup>),  $[\sigma] = \frac{\sigma_T}{2}, \text{ Н/м}$ ;

$\lambda$  – співвідношення густин сепарованої рідини і матеріалу корпусу.

$$\lambda = \frac{\rho_p}{\rho} = \frac{1,026 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-3}} = 0,12825$$

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення ротора рідиною,  $\varphi = 1$ ;

$\sigma_0$  – напруження в стінці, що виникають як наслідок дії на метал відцентрової сили,

$$\sigma_0 = \frac{\rho \cdot V^2}{2} = \rho \cdot \left( \frac{\pi \cdot n \cdot r_0}{30} \right)^2 = 1,026 \cdot 10^{-3} \cdot \left( \frac{3,14 \cdot 5580 \cdot 0,21^2}{30} \right)^2 = 21,5 \text{ Н/м}^2$$

Тоді,  $h = \frac{0,21}{2} \cdot \frac{0,12825}{(400 - 21,5)} = 0,0057 \text{ м}$ .

Товщина днища:

Товщина обичайки у місці її з'єднання з днищем

$$h_0 = \frac{h \cdot \rho_p}{(176 \cdot 10^{-6} \cdot V - 0,2) \cdot \rho - 66 \cdot 10^{-9} \cdot V} = \frac{0,0057 \cdot 1,026 \cdot 10^{-3}}{(176 \cdot 10^{-6} \cdot 122,6 - 0,2) \cdot 8 \cdot 10^{-3} - 66 \cdot 10^{-9} \cdot 122,6} = 0,0107 \text{ м}$$

Товщина днища мусить задовольняти умову

$$h_{дн} \geq 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 0,0057 = 0,0086$$

Товщина кришки:

Товщина стінки на різній відстані від осі обертання ротора при  $\varphi = 1$ :

					ДП. МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_{KP} = \frac{h \cdot R_x}{2 \cdot \cos \alpha \left( \frac{[\sigma]}{\sigma_0} - 1 \right)}$$

при  $R_{\max} = 0,235\text{м}$

$$h_{KP} = \frac{0,0057 \cdot 23,5}{2 \cdot \cos 30 \left( \frac{400}{21,5} - 1 \right)} = 4,9\text{м}$$

при  $R_{\min} = 0,09\text{м}$

$$h_{KP} = \frac{0,0057 \cdot 9}{2 \cdot 0,50 \left( \frac{400}{21,5} - 1 \right)} = 2,5\text{м}$$

де:  $R_x$  – відстань від осі обертання, на якій визначається товщина стінки кришки, см;

$\alpha$  – кут нахилу твірної стінки кришки до вертикалі, град.

З'єднувальне кільце, при загвинчуванні його ключем притискає кришку ротора за допомогою захвату до корпусу. На захват діє зусилля реакції опори, що виникає при складанні ротора, і тиску рідини на кришку ротора у вертикальному напрямку. У великих роторах реакція опори звичайно складає 2...3% від тиску рідини на кришку, тому її можна не враховувати.

Повний осьовий тиск на кришку:

$$P = \frac{\pi \cdot \rho_p \cdot \omega^2}{4} \cdot (R^2 - r^2)^2, \text{Н} \quad (3.12)$$

де:  $R, r$  – радіус кришки відповідно максимальний і мінімальний, м.

$$P = \frac{3,14 \cdot 1,026 \cdot 10^{-3} \cdot 584,04^2}{4} \cdot (0,235^2 - 0,09^2)^2 = 6100\text{Н}$$

Конструктивно прийнявши розмір ширини захвату і змінивши розділене навантаження зосередженим, визначають товщину захвату із розрахунку на вигин у перерізі:

$$\sigma = \frac{M_{32}}{W} = \frac{P \cdot e}{2} \cdot \frac{6}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot a^2} \leq [\sigma]_{32} \quad (3.13)$$

Звідки

$$a \geq \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot e}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot [\sigma]_{32}}}, \text{м} \quad (3.14)$$

					ДП. МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $M_{зг}$  – згинальний момент,  $H/m^2$ ;

$W$  – момент опору,  $m^3$ ;

$[\sigma]_{зг}$  – допустиме напруження на вигин,  $H/m^2$ ;

$R$  – зовнішній радіус захвату, м;

$P$  – повний осьовий тиск,  $H/m^2$ ;

$e$  – ширина захвату, м.

$$a = \sqrt{\frac{3 \cdot 6100 \cdot 0,018}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 200 \cdot 10^6}} = 0,0114, \text{ м.}$$

Для перевірки на зріз використовують формулу:

$$a \geq \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot [\tau]_{зр}} = \frac{6100}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 75 \cdot 10^6} = 0,0065, \text{ м}$$

де  $[\tau]_{зр}$  – допустиме напруження на зріз,  $H/m^2$ .

Зовнішній радіус кільця  $R_k$  визначається із умов міцності на розтягування по перерізу:

$$R_k \geq \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot [\sigma]_p}} + R_p = \sqrt{\frac{6100}{3,14 \cdot 520 \cdot 10^6}} + 0,230 = 0,232, \text{ м}$$

де  $[\sigma]_p$  – допустиме напруження на розтягування,  $H/m^2$ ;

$R_p$  – зовнішній радіус нарізки кільця, м.

Крім того, у з'єднувальному кільці у результаті дії ,створюваною масою кільця відцентрової сили, виникають напруження у тангенціальному і радіальному напрямках. Напруження у радіальному напрямку дуже малі, тому ними можна знехтувати. Напруження у тангенціальному напрямку визначаються за формулою:

$$\sigma = \frac{\rho \cdot \omega^2}{4} \cdot [(3+m) \cdot R_k^2 + (1-m) \cdot R_p^2] \leq [\sigma], \quad (3.15)$$

$$\sigma = \frac{1,026 \cdot 10^{-6} \cdot 584,04^2}{4} \cdot [(3+0,3) \cdot 0,232^2 + (1-0,3) \cdot 0,230^2] = 30 \text{ МПа} \leq 200$$

де  $m$  – коефіцієнт Пуассона (для сталі  $m = 0,3$ ).

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ				



Крок різьби:

$$t = 2 \cdot \pi \cdot r_p \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,196 \cdot \operatorname{tg} 5 = 0,02 \text{ м}$$

Вважаючи, що все навантаження сприймається одним виком, визначають напруження згинання:

$$\sigma = \frac{P}{\pi \cdot (R_p^2 - r_p^2)} \leq [\sigma]_{зр}, \text{ Па.} \quad (3.18)$$

$$\sigma = \frac{6100}{3,14 \cdot (0,198^2 - 0,196^2)} = 163 \text{ МПа} \leq 170 \text{ МПа}$$

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

## 4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 4.1. Загальні вимоги

Правила технічної експлуатації обладнання передбачають забезпечення нормальних зовнішніх вимог його роботи (відповідність приміщень, температура, вологість, чистота повітря), належного стану робочого місця (стан підходів до обладнання, зберігання напівфабрикатів, інвентаря), підтримка обладнання в чистоті, своєчасне та правильне змащування по встановлених для даної машини режимам, додержування допустимих режимів роботи механізмів (навантаження силові, швидкісні), виконання правил управління машиною, виконання передбачених системою ППР правил міжремонтного обслуговування. Нагляд за технічним станом обладнання на заводі здійснює відділ головного механіка, який не тільки контролює умови експлуатації, але і готує технічні рекомендації по покращенню стану обладнання.

Догляд за обладнанням має важливе значення для зберігання його працездатності. При ретельному догляді можна збільшити термін його служби до чергового ремонту. Перед початком роботи робітник зобов'язаний оглянути машин, перевірити, чисто чи вона прибрана робітником, який здає зміну, вмикнути та перевірити робочий її стан, оглянути місця змащування, наявність мастила в них. При виявленні яких – небудь пошкоджень чи неполадок, робітник, не приступаючи до роботи повинен доповісти про них майстру.

В процесі роботи необхідно слідкувати за тим, щоб робочі органи машини були справні. За поломку, викликану неправильною експлуатацією, несуть відповідальність як робочий так і майстер. Не допускається залишати працюючу машину без нагляду.

На проміжку робочої зміни необхідно виконувати змащування всіх місць, передбачених картою змащування для даної машини, мастилом, передбаченим в інструкції.

Під час роботи машини необхідно слідкувати за температурою підшипників. При появі стороннього шуму в працюючому механізмі робітник повинен зупинити машину та виконати необхідне регулювання. При дрібних

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

поломках, що не викликають простою, необхідно зразу ж замінити зламану частину запасною; при поломках, що викликають простою машини, робітник повинен зразу ж сповістити про це майстра.

#### 4.2. Налагодження

Правила технічної експлуатації обладнання передбачають забезпечення нормальних умов його роботи, належного стану робочого місця, підтримку обладнання в чистоті, своєчасне і правильне мащення по встановлених для даної машини режимах, дотримання допустимих режимів роботи механізмів, виконання передбачених системою планово- попереджувального ремонту (ППР) правил міжремонтного обслуговування.

Перед пуском сепаратора перевіряють положення гальм – вони повинні бути відключені (ручка гальма опущена вниз), наявність масла в картері станини, надійність з'єднання ліній підводу і відводу води для роботи гідросистеми. Для пуску сепаратора включають електродвигун і на пульту управління загорається сигнальна лампа.

Після набору барабаном робочої частоти обертання закривають поршень барабана. Ручку крана гідровузла ставлять в положення «Розвантаження» і вода подається у великий патрубок. Поява води з патрубка чашки станини свідчить про закриття барабана поршнем. Кількість води, яка направляється у гідровузол, скорочується і залишається лише невелика її кількість для підживлення. Сепаратор настраюють на автоматичний режим.

Встановлюють режим роботи. Рекомендований режим: тривалість роботи між розвантаженням 30 хв., відкриття поршня – 0,3-0,4с. Пульти управління включається на автоматичний режим. Після цього в сепаратор подається сироватка. Згідно встановленому режимові відбувається періодичне розвантаження осаду, подача води в приймач для охолодження і розмиву осаду. Перед повним розвантаженням потрібно зупинити подачу сироватки або води в барабан, потім вручну відкрити відповідні крани, по інструкції і закрити їх.

Слідом за останніми порціями продукту через барабан пропускають воду для витіснення сироватки: гарячу (40–60° С) – протягом 15 хв, а для

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

охолодження барабана – холодну (10 хв), після чого виключають електродвигун. Через 1,5 – 2 хв включають одночасно два гальма.

Після повної зупинки розбирають і миють барабан і приймально-відвідний пристрій. Не рідше одного разу на 7 днів знімають із веретена основу барабана. Після мийки конусну частину веретена (посадкову поверхню) ретельно витирають і змащують масмилом.

Тарілки барабана миють вручну або на спеціальних установках. Лужні деталі миють спочатку теплою (35–40° С) водою, потім 0,5%-им розчином кальцинованої соди й обполіскують чистою гарячою водою. Для мийки алюмінієвих деталей застосовують суміш із 0,5%-ого розчину кальцинованої соди й 0,1%-ого розчину рідкого скла, після чого їх обполіскують чистою гарячою водою. Алюмінієві деталі можна також мити гарячою водою з милом. Не можна застосовувати для їхньої мийки концентровані розчини соди й кислот.

Приймачі, тарілотримач, напірні диски, центральну трубку й інші важкодоступні для мийки деталі й місця, що контактують із продуктом, миють йоржами й щітками. Гумові ущільнювальні прокладки миють у теплій (50–60°С) воді й сушать у горизонтальному положенні, щоб гума не розтягувалася. Прокладки слід оберегти від мастила, тому що воно швидко руйнує гуму. Це ж правило ставиться й до гумових амортизаторів, на яких установлюється сепаратор на фундаменті.

Під час перерви в роботі сепаратора нефарбовані, але оброблені деталі, треба ретельно витирати і ретельно змащувати тонким шаром мастила. У разі тривалої перерви в роботі виступний кінець веретена змащують технічним вазеліном.

Змащування підшипників і зубчастих коліс на горизонтальному і вертикальному валах, під час роботи сепаратора, забезпечується завдяки розбризкуванню масла з картера станини зубчастими колесами. Рівень масла ніколи не повинен бути нижчим від контрольної риски маслопоказчика, – за недостатньої кількості масла привод може вийти з ладу.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Для змащування приводу сепаратора рекомендується застосовувати дизельне масло М8Б або сепараторні масла типів «Л» (для машин з потужністю електродвигуна до 10 кВт) і «Т» (потужністю понад 10 кВт). Масло має бути чистим, безкислотним, не містити води і твердих частинок, при заливанні слід користуватися фільтром.

У сепараторі, що вводиться в експлуатацію, масло треба міняти кілька разів повністю, бо поки механізм приробляється, масло швидко забруднюється. Першу заміну масла роблять через 15-25 год., другу – через 100, третю – через 200 год. роботи. Надалі масло міняють регулярно через кожні 300-500 год.

У разі значного забруднення, або якщо у ванну потрапила вода чи продукт, масло слід міняти відразу повністю. Перед зливанням воно має відстоятись. Після зливання масла картер станини обов'язково промивають і протирають насухо чистою ганчіркою.

Необхідно постійно контролювати стан ущільнювальних прокладок масляної ванни.

Внутрішню порожнину станини і приводний механізм слід періодично, не рідше двох разів на рік, промивати гасом, заливаючи його у картер станини після видалення відпрацьованого масла. Механізм вмикають на 1-2 хв для змивання бруду, що залишився. Промивання повторюють кілька разів. Після завершення промивання у картер заливають чисте масло.

Таблиця 4.1– Карта мащення сепаратора ОТС

Об'єкт мащення	Масильний матеріал	Спосіб нанесення масильного матеріалу	Періодичність мащення
Підшипниковий вузол горизонтального валу	Солідол жировий Ж	Набивка	Через 120 змін
Підшипниковий вузол вертикального валу	Солідол жировий Ж	Набивка	Через 120 змін
Підшипник	Солідол	Шприцювання	Через 120 змін

механізму приво-ду	жировий Ж		
Зубчасті колеса	Солідол жировий Ж	Промашування	Через 120 змін
Підшипник електродвигуна	Дизельне масло	Набивка	Через 6 місяців

### 4.3. Технічне обслуговування

Догляд за устаткуванням має найважливіше значення для збереження його працездатності. При ретельному відході можна збільшити термін його служби до чергового ремонту. Перед початком роботи робітник зобов'язаний оглянути машину, перевірити, чи чисто вона прибрана робочим, здаючим зміну, включити і перевірити робочий її стан, оглянути місця мащення, наявність мастила в них. При виявленні яких-небудь пошкоджень або несправностей робітник, не приступаючи до роботи, зобов'язаний доповісти про них майстрові.

В процесі роботи необхідно стежити за тим, щоб робочі органи машини були справні. За поломку, викликану неправильною експлуатацією, несуть відповідальність, як робітник, так і майстер. Не допускається залишати працюючу машину без нагляду.

Успішне вирішення цих завдань значною мірою залежить від рівня підготовки експлуатаційників і ремонтників, їх уміння своєчасно запобігати і усувати неполадки в роботі устаткування, грамотного і кваліфікованого виконання міжремонтного обслуговування і проведення ремонту.

Під монтажем слід розуміти всю сукупність операцій, як підготовчих, так і виконавчих, які включають розконсервацію обладнання, ревізію, агрегатну зборку, установку на фундамент, вивірку, підключення до комунікацій та індивідуальні випробування.

Монтажні роботи проводяться за спеціально розробленим проектом організації монтажу, в якому відображені такі основні питання і технічні рішення:

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

- календарні плани робіт по монтажу в цілому, а також з монтажу окремих об'єктів та видів про обладнання;
- план майданчика для монтажних робіт; методи робіт та їх механізація, заходи щодо безпечного ведення робіт;
- технологічні схеми процесів монтажу окремих об'єктів обладнання в планах і розрізах;
- потреба в підйомно-транспортному устаткуванні, приладах, опорних пристроях і інструменті для механізації монтажних робіт;
- потреба в робочій силі; розстановка спеціалізованих і монтажних бригад;
- схеми суміщення монтажних робіт з будівельними та спеціально монтажними;
- кошториси на виробництво монтажних робіт.

На кожен проєкт організації монтажних робіт розробляється проєктно-кошторисна документація.

Обсяг проєктної документації на монтаж технологічного обладнання та трубопроводів повинен відповідати вимогам БНіП «Інструкції з розробки проєктів і кошторисів для промислового будівництва СН 202-76» і «Монтажно-технологічним вимогам до проєктування промислових підприємств».

Сепаратори безперервної дії встановлюються на окремих фундаментах. При виборі місця для монтажу слід врахувати, що поблизу сепаратора розташовують пульт управління і гідросистему (з'єднаний трубопровід). Необхідно передбачити гарне освітлення робочого місця і вільний підхід до пускових пристроїв.

Для безрозбірної мийки сепаратора в кінці роботи до нього необхідно підвести гарячу воду і миючий розчин. Для збору шламу, який виходить при розвантаженні, під вихідний патрубок глушника слід установити невеликі рухомі бачки ємністю на 50-70 літрів.

Після установки сепаратора його витримують на фундаменті не менше 5-6 днів. За цей час затвердне фундамент і видаляється волога з ізоляції обмоток

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електродвигуна. Пульт управління, електрошкаф і сепаратор повинні бути заземлені.

При підготовці механізму сепаратора до роботи після монтажу видаляють пил, забруднення, протирають всередині і зовні чашу станини. В картер заливають мастило до рівня масло покажчика. Перевіряють роботу механізму без барабана і правильність підключення сепаратора до мережі. Веретено повинно обертатись за годинниковою стрілкою, а механізм сепаратора – плавно, без заїдання і шуму. Провіряють правильність з'єднання гідровузла, гідросистеми зовнішніх з'єднань. Підключають до гідросистеми воду з водопровідної мережі напором не менше  $25 \cdot 10^4$  Па. Перевіряють роботу пульта управління. Деталі барабана і приймально-відвідного пристрою розбирають, очищають від змазки, промивають у воді, содовому розчині і сушать.

Без особливої необхідності не варто розбирати клапан в основі барабана, розгвинчувати сопла і знімати розподільче кільце. При очистці потрібно слідкувати, щоб не були забиті канали і отвори подачі і виходу води для розвантаження. Після промивки і сушки починають збір барабана. Конусну частину веретена змазують тонким шаром технічного вазеліну. Основу барабана, в зборі з дном і поршнем, за допомогою пристосування обережно одягають на веретено і закріплюють гайкою. Гайка має ліву різьбу і загвинчувати її слід до відмови. Після установки основу барабана повертають вручну, і переконавшись, що воно ні за що не зачіпається, продовжують збір.

В сепараторі ОТС немає конуса, і тарілотримач встановлюється безпосередньо в основі. На нього, по порядку номерів, накладають тарілки комплекту. На пакет тарілок одягають розподільчу тарілку. В канавки кришки барабана вкладають ущільнююче кільце і спеціальну прокладку. Кришку встановлюють зверху розподільчої тарілки в основі барабана так, щоб фіксатор легко ввійшов у паз кришки. Оскільки в сепараторі ОТС немає розподільчої тарілки, то кришку встановлюють зверху пакета тарілок.

Із зібраного барабана знімають пристосування для піджиму тарілок в сепараторі. Якщо відмітки на кришці і зтяжному кільці не співпадають, тоді

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

слід перевірити правильність збору барабана. Велике зтяжне кільце, не загвинчене до співпадання міток, може слугувати причиною неправильної роботи. Неможна використовувати деталі від другого барабана, збирати тарілки не по порядку номерів, зменшувати кількість тарілок в пакеті, вказаних у паспорті і на верхньому торці тарілотримача.

Правильно зібраний барабан провертають вручну. Переконавшись, що він вільно обертається і ні за що не зачіпається, продовжують збір. Кришку фіксують штифтом і закріплюють малим зтяжним кільцем до співпадання відміток 0.

На центральну трубку встановлюють приймач освітленої сироватки з оглядовим вікном, регулюючим клапаном і патрубком для підводу сироватки з показами витрат і закріплюють їх гайкою.

Правильність зборки перевіряють пробним пуском сепаратора. Барабан повинен набрати повну швидкість обертання, не зачіпаючись за нерухомі деталі.

#### **4.4. Автоматизація виробництва**

Автоматизація технологічних процесів в молочній промисловості здійснюється шляхом впровадження систем контролю, регулювання і управління на базі комплексу технічних засобів загальнопромислового і галузевого значення. Основними задачами автоматизації є: інтенсифікація виробництва на основі втілення нових досягнень науки і техніки; скорочення числа технологічних переходів; введення безперервних систем виробництва; кількісний і якісний ріст одиничних потужностей обладнання; підвищення рівня механізації і автоматизації.

Масштабність задач, що вирішується харчовою промисловістю, потребує створення заводів, виробництв, цехів, дільниць з високим ступенем механізації і автоматизації виробництва; механізації завантажувально – розвантажувальних робіт; удосконалення форми планування і управління якістю продукції, технологічними процесами і виробництвом на базі використання ЕОМ; створення приладів і систем автоматизації на базі традиційних технічних

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

засобів, а також мікропрограмної техніки, розробки і введення промислових роботів і маніпуляторів.

Метою автоматизації являється підвищення ефективності праці, підвищення якості виготовленої продукції, створення умов для оптимального використання всіх ресурсів виробництва. Розвиток автоматизації харчових виробництв здійснюється в 3-х напрямках:

Перший напрямок – розробка і введення спеціальних приладів і засобів автоматизації для експрес-аналізу сировини, напівфабрикатів і готової продукції.

Другий напрямок – створення і введення систем автоматичного регулювання і управління окремими технологічними агрегатами і дільницями, в тому числі з використанням мікропроцесорів і мікро ЕОМ.

Третій напрямок – створення автоматичних систем управління технологічними процесами (АСУТП) з використанням керуючих міні і мікро ЕОМ.

Модернізована схема системи управління лінією працює наступним чином. Сепаратор ОТС після ванни, в якій виділяється сироватка, освітлює її. Цей процес подібний до очистки молока в сепараторах-молокоочисниках. Підготовлена сироватка з хлоп'ями скоагульованих білків, температурою до 95 градусів, подається в сепаратор. Потім вона розподіляється тонким шаром між тарілками і рухається до осі барабана. Під дією відцентрових сил із сироватки, як більш важчі, виділяються білкові частинки. Вони рухаються до периферії і осідають в шламовому просторі. В міжтарілковому просторі більш мілкі білкові частинки, проникаючи через невелику товщину сироватки, осідають на нижній поверхні тарілок і скочуються у шламовий простір. Звільнена від білкових частинок сироватка стає світлою. Мінімальні розміри білкових частинок, які видаляються 2-5 мкм. Освітлена сироватка з міжтарілкового простору піднімається вверх в камеру кришки барабана, звідки виводиться через диск під напором у танк.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Об'єм грязьового простору становить 19 л або на 1л продуктивності 0,38 л. При середньому вмісті білків у сироватці 0,9 % корисний об'єм шламового простору буде заповнений за 15 хв. Сепарування продовжується до заповнення осадом шламового простору барабана і початку помутніння сироватки в оглядових вікнах на відповідному патрубку. Після чого припиняють подачу сироватки в сепаратор.

Вивантаження осаду і вивантаження між тарілкової рідини здійснюється під дією гідростатичного тиску буферної води.

Лінію комплектують управляючими пристроями, які забезпечують контроль, реєстрацію і контролювання (регулювання) температури підігрівання сироватки, дистанційне керування електродвигунами обладнання лінії, світлову сигналізацію роботи електродвигунів обладнання.

Температура підігріву сироватки реєструється електричним електронним мостом типу КСМЗ(26) з дисковою діаграмою, межі вимірювання 0-150 °С. Прилад працює в комплекті з термометром опору типу ТСП – 712(2а) встановленим на виході нагрітого продукту з трубчастого пластинчастого підігрівача. Регулювання температури нагріву сироватки здійснюється за допомогою ПІ – регулятора вбудованого в міст, який діє на регулюючий клапан 2в , який в свою чергу змінює подачу пари в стерилізатор. Контактний пристрій мосту через проміжний електропневматичний клапан типу ЕПК ¼, (9), перемикає клапан повернення 2г при зниженні температури нагріву нижче заданого значення. При цьому недостерилізована сироватка направляються в зрівноважувальний бачок на повторний нагрів. Дистанційне керування клапаном повернення відбувається вимикачем типу ВТ-1 (SB1). Передбачений місцевий контроль тиску вершків на виході із стерилізатора і на вході в сепаратор за допомогою манометрів 9а і 14а відповідно; тиск пари на вході в апарат – манувакуометром 10а; вакууму в дезодораційній камері – вакуометром 11а.

Рівень сироватки в приймальному і напірному бачках регулюється поплавковими регуляторами 1а і 9а прямої дії.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для попередження виходу з ладу сепаратора, при перевищуванні тиску на вході сироватки в апарат до 0,25-0,3 МПа передбачений запобіжний пружинний клапан 10а. В таких випадках клапан спрацьовує і сироватка назад направляється в танк.

На щиті управління лінією розміщені пускова і сигнальна апаратура електродвигунів відцентрових насосів, сепараторів, ванн, приводів 16 – 27.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці .

Розглянемо сепаратор для освітлення молочної сироватки, що працює у лінії виготовлення твердого сиру «Голландський». При його роботі можуть виникнути наступні небезпечні фактори:

- ураження електричним струмом;
- вібрація;
- шум;
- механічні травми;
- біологічні, фізичні та психологічні фактори.

### 5.1. Фізичні, хімічні, біологічні та психологічні фактори

Слід чітко усвідомлювати, що наявність джерела небезпеки ще не означає того, що людині чи групі людей обов'язково повинна бути причинена якась шкода чи пошкодження. Існування джерела небезпеки свідчить передусім про існування або ж можливість утворення конкретної небезпечної ситуації, при якій буде причинена шкода. До матеріальних збитків, пошкодження, шкоди здоров'ю, смерті або іншої шкоди приводить конкретний вражаючий фактор.

Під вражаючими факторами розуміють такі чинники життєвого середовища, які за певних умов завдають шкоди як людям, так і системам життєзабезпечення людей, призводять до матеріальних збитків. За своїм походженням вони можуть бути:

- фізичні, в тому числі енергетичні (ударна повітряна чи водна хвиля, електромагнітне, акустичне, іонізуюче випромінювання, об'єкти, що рухаються з великою швидкістю або мають високу температуру тощо);
- хімічні (хімічні елементи, речовини та сполуки, що негативно впливають на організм людей, фауну та флору, викликають корозію, призводять до руйнації об'єктів життєвого середовища);

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

- біологічні (тварини, рослини, мікроорганізми);
- соціальні (збуджений натовп людей) та психофізіологічні.

Залежно від наслідків впливу конкретних вражаючих факторів на організм людини вони в деяких випадках поділяються на шкідливі та небезпечні.

Шкідливими факторами прийнято називати такі чинники життєвого середовища, які призводять до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання і навіть до смерті як наслідку захворювання.

Небезпечними факторами називають такі чинники життєвого середовища, які призводять до травм, опіків, обморожень, інших пошкоджень організму або окремих його органів і навіть до раптової смерті.

Хоча поділ вражаючих факторів на небезпечні та шкідливі досить умовний, бо інколи неможливо віднести який-небудь фактор до тієї чи іншої групи, він ефективно використовується в охороні праці для організації розслідування та обліку нещасних випадків та професійних захворювань, налагодження роботи, спрямованої на розробку заходів і засобів захисту працівників, профілактику травматизму та захворюваності на виробництві.

## **5.2. Повітря робочої зони**

Для того, щоб забезпечити безпечне для життя і здоров'я виробниче середовище, не завдавати шкоди довкіллю (ст. 50. і ст. 16 Конституції України) необхідно здійснювати контроль над забрудненням. З цією метою розроблений цілий ряд нормативних документів і критеріїв.

Для підвищення працездатності важливо створити для організму людини стабільні метеорологічні умови праці:

- температура;
- відносна вологість;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового випромінювання.

В приміщенні проводять заміри температури, відносної вологості, швидкості руху повітря та зрівнюють їх з нормативними значеннями .

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення здорових безпечних умов праці оточуюче повітряне середовище на виробництві відповідає встановленим санітарно-гігієнічним нормативам.

Норми мікроклімату встановлюють в залежності від сезону року та категорії робіт. Сезони року діляться на теплий та холодний (середньо добова температура  $> +10$  ;  $< +10$  °C ). Категорія робіт – розмежування робіт на основі загальних енерговитрат організму.

Для виконання робіт повинні дотримуватися оптимальні норми:  $t = 20...24^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 40...60\%$  і  $V = 0,1$  м/с .

З таблиці 5.1, ми бачимо, всі фактичні норми входять в оптимальні значення, тобто для робітників створюються найкращі умови.

Таблиця 5.1 – Значення параметрів мікроклімату

Сезон року	Параметри	Отримані норми	Допустимі норми	Фактичні значення
Холодний	Температура	21...23	20...24	21
	Відносна вологість	20...40	75	40
	Швидкість повітря	0,1	Не більше 0,1	$< 0,1$
Теплий	Температура	22...24	21...28	22
	Відносна вологість	20...40	60	35
	Швидкість повітря	0,2	0,1...0,3	0,2

### 5.3. Вібрація

Джерелами вібрації при роботі сепаратора є: обертові частини (барабан, тарілки), які не збалансовані, або нерівномірно розміщений продукт чи шлам, електродвигун.

Заходи по зниженню вібрації у виробничих приміщеннях:

1. Основою профілактики вібраційної хвороби є застосування обладнання і інструментів з параметрами вібрацій, що не перевищують ДСТУ, а також введення прогресивних технологій, виключаючи дію вібрації на працівників.

2. Для зменшення негативної дії вібрації використовують засоби індивідуального захисту і встановлюють режим праці робітників вібронебезпечних професій. В якості індивідуального захисту використовують антивібраційні рукавиці, взуття. В якості засобів індивідуального захисту працюючих від шкідливої дії ультразвуку, який розповсюджений у повітряному середовищі, треба використовувати протишумувачі для захисту рук від дії ультразвуку в зоні контакту, людині з твердим (рідким) середовищем, необхідно використовувати спеціальні рукавиці або захвати-маніпулятори.

3. Зниження вібрації в джерелі її виникнення досягається шляхом зменшення сили, яка викликає коливання.

4. Для послаблення вібрацій істотне значення має запобігання резонансним режимам роботи з метою виключення резонансу з частотою змущувальної а сили.

5. Вібродемпферування. Цей метод зниження вібрацій реалізується шляхом перетворення енергії механічних коливань системи в теплову енергію.

6. Віброгасіння. Для динамічного гасіння коливань використовуються динамічні віброгасії: пружинні, маятникові, ексцентрикові, гідравлічні. Вони являють собою додаткову коливну систему з масою  $m$  та жорсткістю  $q$  власна частота якої налаштована на основну частоту коливань даного агрегату, що має масу  $M$  та жорсткість  $Q$ .

7. Динамічне віброгасіння досягається також встановленням агрегату на масивному фундаменті. Маса фундаменту підбирається таким чином, що амплітуда коливань підосви фундаменту не перевищувала 0,1–0,2 мм.

8. Для віброізоляції стаціонарних машин з вертикальною рушійною силою використовують віброізолювальні опори у вигляді прокладок або пружин. Однак можлива їх комбінація. Комбінований віброізолятор поєднує пружинний віброізол'ятор з пружною прокладкою. Пружинний віброізолятор пропускає високочастотні коливання, а комбінований забезпечує необхідну ширину діапазона коливань, що гасяться. Пружні елементи можуть бути

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

металевими, полімерними, волокнистими, пневматичними, гідравлічними, електромагнітними.

Всі, хто працює з джерелами вібрації, повинні проходити медичні огляди перед вступом на роботу і періодично, не рідше 1 разу на рік.

#### **5.4. Шум**

Джерелами шуму є технологічне обладнання установки, компресори, двигуни. Шум у цехах в багатьох випадках перевищує нормований.

Вимоги до шумових характеристик машин:

1. У стандартах і (або) технічних умовах на машині мають бути встановлені граничні значення шумових характеристик цих машин.

2. Значення гранично допустимих шумових характеристик машин слід встановлювати виходячи з вимог забезпечення на робочих місцях допустимих рівнів шуму відповідно до основного призначення машини і вимог розд. 2 справжні стандарти.

3. Шумові характеристики машин або граничні значення шумових характеристик мають бути вказані в паспорті на них, керівництві (інструкції) по експлуатації або іншій супровідній документації.

Заходи по боротьбі з шумом і вібраціями можна розділити на дві основні групи: організаційні і технічні.

Для зниження шуму в промислових умовах на підприємстві можуть бути використані такі методи: зменшення шуму в джерелі його виникнення; зміна напрямку випромінювання від джерела шуму; зменшення шуму на шляху його розповсюдження; будівельно-акустичний, який полягає в проєктуванні на підставі акустичного розрахунку, що дозволяє визначити очікувані рівні звукового тиску та зіставити їх з нормованими. Для зниження шуму в середині промислових приміщень проводять їх акустичну обробку, яка полягає в розміщенні на внутрішніх поверхнях приміщень звукопоглинаючих матеріалів, в якості яких використовують: надтонке скловолокно, капронове волокно, мінеральну вату, мінераловатні плити та ін.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

У випадках, коли зменшити шум до допустимої величини загально-технічними заходами неможливо, застосовують засоби індивідуального захисту.

На зменшення рівня шуму впливають:

- мінімальні динамічні навантаження, правильний монтаж обладнання;
- правильна експлуатація обладнання, своєчасне проведення ремонтів;
- проведення санітарно-профілактичних заходів (раціональні режими праці і відпочинку, профогляди та ін.) для працюючих.

До основних технічних заходів відносять:

- використання основ і фундаментів, що відповідають динамічному навантаженню обладнання;
- ізоляція фундаментів від несучих конструкцій і технологічних комунікацій;
- теплоізоляція трубопроводів.

Головними напрямками боротьби з шумом є його послаблення або ліквідація безпосередньо в джерелі утворення. При оцінці вібрації за допомогою дози нормованим параметром є еквівалентне координоване значення віброшвидкості або віброприскорення. Для сепаратора шум в межах норми.

## **5.5. Освітлення**

Раціональне виробниче освітлення забезпечує технологічний комфорт, попереджає розвиток зорового та загального втомлення, виключає професійні захворювання очей, сприяє збільшенню продуктивності, знижує небезпеку травматизму.

В денний час максимально використовується природне світло, яке поступає в приміщення через вікна, а при необхідності через освітлювальні ліхтарі і дах. Для знаходження необхідної природної освітленості на робочих місцях враховується глибина приміщення, площа підлоги, вікон та ліхтарів, їх затінювання сусідніми будівлями. Робочі місця, які в денний час не мають

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

можливості освітлюватися природнім світлом, повинні освітлюватися штучним. Штучне освітлення розподіляється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне.

Для забезпечення нормального освітлення передбачається природне і штучне. Воно повинне відповідати вимогам ДБН В2.5-10-2006 «Природна і штучна освітленість» (див.табл.5. 2).

Таблиця.5.2 – Значення параметрів природної і штучної освітленості

Розряд і підрозряд роботи	Найменша освітленість, лк			
	При лампах розжарювання		При люмінесцентних лампах	
	Комбіноване освітлення	Загальне освітлення	Комбіноване освітлення	Загальне освітлення
Кількість	400	150	400	100

Для забезпечення освітлення в темну частину доби використовуються ліхтарі з люмінесцентними лампами або лампами розжарювання. Перші використовуються для загального освітлення, а другі – для місцевого і аварійного. Ліхтарі з лампами розжарювання встановлюються для освітлення місць, де встановлені вимірювальні прилади, щити та пульти управління.

Для забезпечення евакуації персоналу або можливості продовження роботи в випадку відключення основного освітлення в виробничих приміщеннях необхідно забезпечити освітлення від незалежних джерел живлення.

Ремонтне освітлення використовують під-час проведення ремонтних робіт. Споживачі ремонтного освітлення працюють від напруги 36В. Живлення відбувається від накопичувальних трансформаторів.

### 5.6. Техніка безпеки при роботі сепаратора ОТС

Для безпечної експлуатації сепаратора повинні виконуватись такі вимоги:

1) до роботи з установкою допускаються робітники, які ознайомилися з вказівками по експлуатації і які проінструктовані по охороні праці з відповідними положеннями;

2) при експлуатації та обслуговуванні установки необхідно керуватися правилами та інструкціями з техніки безпеки, діючими на підприємствах;

3) технічний стан установки гарантує її безпечну роботу та відповідає правилам обслуговування, викладеним у відповідній інструкції;

4) всі операції по технічному обслуговуванню сепаратора проводяться при вимкнених електродвигунах ;

5) перед початком роботи необхідно впевнитися в надійності заземлення сепаратора.

6) не допускається експлуатація сепаратора з відкритими дверцятами пульту управління, знятими кришками електрообладнання, оголеними струмопровідними елементами;

7) для аварійної зупинки програми на пульті керування знаходиться аварійна кнопка «Стоп»;

8) на робочому місці оператора вивішена інструкція з техніки безпеки.

9) прибирання, чищення, ремонт виконувати лише при вимкненій машині.

Оператору, що обслуговує сепаратор, заборонено ремонтувати та налагоджувати його. Вказані ремонтно-налагоджувальні операції виконує ремонтний персонал – черговий слюсар чи електрик.

У випадку несправності машини, необхідно зупинити її. Ремонт проводиться тільки після вимкнення автомату, з обов'язковим вивішуванням таблички: «НЕ ВМИКАТИ! РЕМОНТНІ РОБОТИ».

Для підтримки служби на високому професійному рівні необхідно:

– своєчасно забезпечувати працівників необхідною літературою з питань охорони праці;

– постійно ознайомлювати працівників з новими законодавчими документами з питань охорони праці;

– зробити всі технологічні процеси максимально автоматизованими;

– частіше проводити з технічним персоналом інструктажі з охорони праці та правил безпеки на підприємстві.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богомолів О.В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств / О.В. Богомолів, П.В. Гурський, В.П. Богомолів. – Х.: Еспада, 2005. – 432 с.
2. Грек О. В. Молокопереробка. Інновації: підручник / О.В. Грек, О.О. Красуля; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2017. – 390 с.
3. Грек О. В. Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини: підручник / О.В. Грек, О.О. Онопрійчук; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2020. – 323 с.
4. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І.С. Гулий. – Вінниця: Нова книга, 2001. – 575 с.
5. Дацишин О.В. Машини та обладнання переробних виробництв / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Д.С. Чубов. – К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.
6. Дипломне проектування / Г.В. Дейниченко, О.І. Черевко, Н.О. Власова, І.Г. Дейнека. – Луганськ: Видавництво СНУ ім. В. Даля, 2004. – 256 с.
7. Закалов О.В. Розрахунок типових робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв / О.В. Закалов, А.І. Бортник. – Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2005. – 105 с.
8. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв / Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. – Київ: Фірма «ІНКОС», Центр навчальної літератури, 2007. – 344 с.
9. Малежик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малежик. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
10. Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник / В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
11. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навчальний посібник / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

12. Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» / В.М.Федорів – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2021. – 96с.

13. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва / П.С. Берник, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук, І.А. Зозуляк.– Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2004. – 336 с.

14. Поліщук Г.Є. Інноваційні харчові інгредієнти в технологіях молочних та молокозмісних продуктів. Г.Є. Поліщук, О.В. Кочубей-Литвиненко, Т. Осьмак, О. Басс. – Київ: НУХТ, 2020. – 195 с.

15. Поліщук Г.Є. Технологія молока і молочних продуктів: [підруч.] / Г.Є. Поліщук та ін. – Київ: НУХТ, 2013. – 502 с.

16. Практикум з технології молока та молочних продуктів: навчальний посібник / О.В. Грек, Н.М. Ющенко, Т.Г. Осьмак та ін. – К.: НУХТ, 2015.– 431 с.

17. Процеси та апарати харчових виробництв /А.М. Поперечний, О.І.Черевко , В.Б.Гаркуша, Н.В. Кирпиченко. – К.: ЦУЛ, 2007. – 304с.

18. Сучасні технології молочних продуктів: підручник / О.А. Савченко, О.В. Грек, О.О. Красуля. – К.; ЦП «Компринт», 2017.– 218 с.

19. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: навчальний посібник / О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева. – Суми: Довкілля, 2004. – 420 с.

20. Технологія виробництва молочних продуктів спеціального призначення: підручник / О.А. Савченко, О.В. Грек, О.О. Красуля. – К.; ЦП«Компринт», 2017.– 218 с.

					<i>ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В дипломному проєкті проведена модернізація лінії виготовлення твердого сиру, проведено переоснащення, суть якого полягає у встановленні сепаратора ОТС для освітлення сироватки.

Після процесу виготовлення твердого сиру, сироватка просто зливалася і вважалася продуктом вторинного виробництва. Оскільки, вона забруднює навколишнє середовище, при цьому є дуже цінним продуктом, запропоновано її переробку. Суть переоснащення детально описана в даній роботі, а також детально проведений опис модернізованої лінії.

Розраховано сепаратор. В результаті енергетичного розрахунку визначено потужність електродвигуна – 9,3кВт, по паспорту приймаємо 11 кВт; критична швидкість вала 98,23 об/с; механічний розрахунок показав, що напруження згинання на валу  $163\text{МПа} \leq 175\text{МПа}$ . Також описані заходи з охорони праці, ремонт монтаж і експлуатація сепаратора ОТС.

Розвиток нанотехнологій, зокрема мембранної, дозволяє значно збільшити ступінь переробки вторинної сировини харчової промисловості та одночасно сприяти зниженню частки викидів у навколишнє середовище. Особливо це актуально для подальшого формування системи комплексної переробки сирної сироватки мембранні методи обробки сировини. Дана модернізація дасть можливість покращити якість вихідного продукту, а саме твердого сиру.

Проведена модернізація доцільна для застосування і дасть можливість досягти більшої зручності у роботі з машиною.

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

# ДОДАТКИ

					ДП.МАХВМ.24.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77