

Наговська Володимира, Гачак Юрій,  
Сливка Наталія, Михайлицька Ольга



## Молочні консерви: технологія та обладнання



Міністерство освіти та науки України  
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій  
імені С.З. Гжицького

**Наговська В.О., Гачак Ю.Р.,  
Сливка Н.Б., Михайлицька О.Р.**

## **Молочні консерви: технологія та обладнання**

Навчальний посібник

2021

УДК: 637.664

*Гриф надано*

*Львівським національним університетом ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького  
(протокол № 3 від 25 червня 2020 р.)*

**Рецензенти:**

Давидович О.Я., доцент кафедри харчових технологій Львівського торговельно-економічного університету, к.т.н.

Сусол Н.Я., доцент кафедри харчових технологій та ресторанної справи Львівського інституту економіки і туризму, к.т.н.

Білонога Ю.Л., професор кафедри загальнотехнічних дисциплін Львівського університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, д.т.н.

Наговська В.О. Молочні консерви: технологія та обладнання. Навчальний посібник для закладів вищої освіти. // В.О. Наговська, Ю.Р. Гачак, Н.Б. Сливка Н.Б., О.Р. Михайлицька. – Львів, 2021. – 360 с.

У посібнику подаються основні вимоги до молочної сировини при виробництві молочних консервів, подано опис технологічних операцій при їх виробництві, наведено основні параметри та режими технологій.

Розглядаються особливості технологічних режимів при виробництві різних груп молочних консервів та найбільш поширених їх представників, наведено порядок дослідження молочних консервів згідно вимог технохімічного та мікробіологічного контролю, представлені методики дослідження молочних консервів.

Посібник для викладачів, наукових працівників і студентів спеціальності “Харчові технології” закладів вищої освіти.

## ПЕРЕДМОВА

Молочні консерви – це продукти із натурального молока або молока та харчових добавок і наповнювачів, які в результаті спеціального оброблення (згущення, висушування, стерилізації) та пакування можуть зберігати свої властивості тривалий час. Такі продукти містять всі компоненти молока у сконцентрованому вигляді. Консервування молока і молочних продуктів здійснюють з метою збільшення терміну зберігання та розширення асортименту молочних продуктів. Згущені та сухі молочні консерви володіють низкою функціональних властивостей, які роблять їх корисними для здоров'я. Також їх використовують для виробництва різних комбінованих харчових продуктів.

Проте технологія молочних консервів вимагає глибоких знань у правильному відборі і заготівлі молочної сировини, організації технологічного процесу, правильному виборі та експлуатації технологічного обладнання. Спеціалісти молококонсервних підприємств повинні вміти комплексно оцінити стан виробництва, вчасно усунути недоліки технологічного процесу, виявити і попередити вади готової продукції, володіти методами дослідження молочних консервів.

У зв'язку з цим запропонований навчальний посібник допоможе поглибити знання у цій галузі як виробничникам, так і студентам із спеціальності «Харчові технології».

Посібник допоможе закріпити знання, що отримані студентами, а також використати наведений матеріал для написання курсових та дипломних проектів чи робіт, кваліфікаційних робіт, а також у майбутній діяльності за фахом.

Автори посібника будуть вдячні всім за надані зауваження і побажання щодо змісту та структури представленого матеріалу.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| <b>ПЕРЕДМОВА</b>   | 3  |
| <b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО<br/>КОНСЕРВУВАННЯ МОЛОКА</b>                   | 8  |
| 1.1. Теоретичні основи і принципи консервування молочної сировини                  | 8  |
| 1.2. Вимоги до молока як сировини для консервування                                | 14 |
| 1.3. Класифікація молочних консервів   | 21 |
| <b>РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ</b>                                     | 25 |
| 2.1. Загальні технологічні операції при виробництві молочних консервів             | 25 |
| 2.2. Технологія згущених молочних консервів  | 38 |
| 2.2.1. Технологія згущених молочних консервів з цукром                             | 38 |
| 2.2.2. Особливості технології згущених молочних консервів з цукром і наповнювачами | 46 |
| 2.2.3. Технологія згущених стерилізованих молочних консервів                       | 50 |
| 2.2.4. Вади згущених молочних консервів  | 55 |
| 2.3. Технологія сухих молочних консервів   | 57 |
| 2.3.1. Технологія незбираного сухого молока  | 60 |
| 2.3.2. Особливості технології молока незбираного сухого швидкорозчинного           | 65 |
| 2.3.3. Технологія сухих вершків  | 66 |
| 2.3.4. Особливості технології сухих кисломолочних продуктів                        | 67 |
| 2.3.5. Технологія сухих багатокomпонентних сумішей                                 | 69 |
| 2.3.6. Технологія сухих молочних консервів на основі вторинної сировини            | 73 |
| 2.3.7. Вади сухих молочних консервів   | 74 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ</b>                         |     |
| <b>З КОМБІНОВАНИМ СКЛАДОМ СИРОВИНИ</b>                                 | 77  |
| 3.1. Згущені молочні продукти з немолочними інгредієнтами              | 77  |
| 3.2. Сухі молочні продукти з рослинними компонентами                   | 97  |
| <br>   |     |
| <b>РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРИ</b>                           |     |
| <b>ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ</b>                                  | 139 |
| 4.1. Нормалізація молока у молочноконсервній галузі                    | 139 |
| 4.2. Згущене стерилізоване молоко                                      | 148 |
| 4.3. Молоко згущене незбиране з цукром                                 | 149 |
| 4.4. Молоко знежирене згущене з цукром                                 | 153 |
| 4.5. Згущені молочні консерви з цукром і наповнювачами                 | 154 |
| 4.6. Комбіновані згущені молочні консерви з цукром                     | 156 |
| 4.7. Сухе незбиране молоко   | 158 |
| 4.8. Сухі вершки   | 161 |
| 4.9. Сухе знежирене молоко   | 162 |
| 4.10. Суха молочно-круп'яна суміш «Геракл»                             | 163 |
| 4.11. Сухе молоко з плодово-ягідними соками                            | 164 |
| <br>   |     |
| <b>РОЗДІЛ 5. УСТАНОВКИ Й АПАРАТИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА</b>                   |     |
| <b>ЗГУЩЕНИХ І СУХИХ МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ</b>                             | 166 |
| 5.1. Вакуум-випарні установки  | 166 |
| 5.1.1. Установки з трубними калоризаторами                             | 167 |
| 5.1.2. Установки з пластинковими калоризаторами                        | 181 |
| 5.1.3. Установки з аміачним ogrіванням                                 | 184 |
| 5.1.4. Основні елементи і допоміжні пристрої вакуум-випарних установок | 186 |
| 5.1.5. Устаткування для приготування цукрового сиропу                  | 197 |
| 5.1.6. Кристалізатори-охолоджувачі                                     | 197 |
| 5.2. Обладнання для сушіння  | 203 |

|  |            |
|--|------------|
| 5.2.1. Сушарки розпилювального типу  | 204        |
| 5.2.2. Сушарки контактного типу  | 223        |
| 5.2.3. Основні пристрої і вузли сушарок для молока   | 227        |
| 5.2.4. Пристрої для транспортування сухого продукту  | 244        |
| 5.2.5. Установки для висушування твердих молочних продуктів  | 260        |
| <b>РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ<br/>ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ</b>                      | <b>265</b> |
| 6.1. Розрахунок обладнання для виробництва згущених<br>консервів                                   | 265        |
| 6.2. Розрахунок обладнання для виробництва сухих молочних<br>консервів                             | 276        |
| <b>РОЗДІЛ 7. ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ<br/>КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ</b>      | <b>293</b> |
| 7.1. Технохімічний контроль  | 293        |
| 7.2. Органолептичний контроль  | 297        |
| 7.3. Мікробіологічний контроль   | 303        |
| 7.4. Методи контролю молочних консервів  | 307        |
| <b>РОЗДІЛ 8. ЗМІНА ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ КОНСЕРВУВАННЯ<br/>МОЛОКА ПРИ ЗБЕРІГАННІ</b>                    | <b>335</b> |
| <b>РОЗДІЛ 9. ЕКОЛОГІЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКТІВ<br/>КОНСЕРВУВАННЯ МОЛОКА ТА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ</b> | <b>340</b> |
| <b>ЛІТЕРАТУРА</b>  | <b>352</b> |
| <b>ДОДАТКИ</b>   | <b>356</b> |

## Умовні скорочення

ККФК – казеїнкальційфосфатний комплекс

$CЗМЗ_{пр}$  – сухий знежирений молочний залишок продукту

$CЗМЗ_{см}$  – сухий знежирений молочний залишок нормалізованої суміші

$Ж_{пр}$  – масова частка жиру в продукті

$Ж_{см}$  – масова частка жиру в нормалізованій суміші

$C_{пр}$  – масова частка сухих речовин продукту

$C_{см}$  – масова частка сухих речовин нормалізованої суміші

$m_{пр}$  – маса

$m_{см}$  – маса нормалізованої суміші

$O_{пр}$  – співвідношення масової частки жиру до сухого знежиреного молочного залишку продукту

м.ч. вологи – масова частка вологи

м.ч. жиру – масова частка жиру

м.ч. цукру – масова частка цукру



## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КОНСЕРВУВАННЯ МОЛОКА

#### 1.1. Теоретичні основи і принципи консервування молочної сировини

Свіжі харчові продукти зазнають псування, яке зумовлене, в основному, життєдіяльністю мікроорганізмів, і термін їх зберігання вимірюється декількома годинами.

Консервування (від «conservare» [лат.] – зберігати) – обробка харчових продуктів для запобігання біологічного псування і продовження терміну зберігання, дозволяє вирішувати такі проблеми харчової промисловості, як створення і збереження запасів сировини і харчових продуктів; рівномірне розподілення продуктів харчування між регіонами; ліквідацію сезонності продуктів харчування.

В основі всіх способів консервування лежать прийоми, які спрямовані на, по-перше, знищення мікроорганізмів; по-друге, пригнічення розвитку мікроорганізмів шляхом створення несприятливих умов для їх життєдіяльності; по-третє, інактивацію ферментів.

Використовуючи біологічні принципи, на яких ґрунтується класифікація професора Я.Я. Нікітінського, всі методи консервування поділяють на чотири різні основні групи: біоз, абіоз, ценоанабіоз, анабіоз.

Метод консервування за принципом *біозу* ґрунтується на підтримуванні природного імунітету харчового продукту, його здатності чинити опір розвитку мікроорганізмів. Цей принцип використовують для зберігання молока в стані бактерицидної фази. Для тривалого зберігання продуктів біоз не застосовують.

Суть *ценоанабіозу* полягає у заміні природної мікрофлори продукту на іншу – промислово цінну з необхідними якостями. У молочної промисловості

ценоанабіоз використовують при виробництві кисломолочних продуктів і твердих сирів.

Виготовлення молочних консервів ґрунтується на принципах абіозу (відсутності життя) і анабіозу (пригнічення життя).

Консервування за принципом *абіозу* полягає у цілковитому знищенні мікроорганізмів, що містяться у продукті. Це досягається різними фізико-хімічними (стерилізацією, знезаражуванням ультрафіолетовим промінням, ультракороткими хвилями, хімічними речовинами) і механічними (бактофугуванням, ультрафільтрацією) способами і засобами.

Консервування хімічними речовинами основане на їх реакції з протоплазмою бактеріальної клітини. При цьому спостерігається дегідратація і згортання білків, внаслідок чого життєдіяльність бактеріальної клітини порушується. Із хімічних речовин найчастіше застосовують сорбінову кислоту та її солі, бензойну кислоту та її солі, борну і саліцилову кислоти. Проте у технології молочних консервів не застосовують консервування хімічними речовинами. Практикують застосування нізину, який діє на спори, знижуючи їх термостійкість.

Консервування за принципом *анабіозу* ґрунтується на пригніченні бактеріальних процесів хімічними чи фізичними методами.

До хімічних засобів анабіозу належать ацидоанабіоз (зниження рН середовища), що застосовується у виробництві кисломолочних продуктів, коли розвиток молочнокислої мікрофлори спричиняє утворення молочної кислоти, зниження рН, а відтак і пригнічення життєдіяльності дріжджів і плісняви, а також зберігання молочних продуктів при відсутності кисню (у вакуумі, атмосфері вуглекислого газу, азоту, інертних газів).

До фізичних способів анабіозу належать: охолодження (психроанабіоз), заморожування (кріоанабіоз), висушування (ксероанабіоз), підвищення осмотичного тиску (осмоанабіоз).

При психроанабіозі життєдіяльність мікроорганізмів повністю не пригнічується. Проте цей метод як самостійний технологічний прийом

використовується при прийманні та резервуванні молока-сировини. Більш ефективним є кріоанабіоз, який застосовується для тривалого зберігання молочних продуктів (кисломолочного сиру, масла та ін.).

Ксероанабіоз – видалення з продукту частини вологи, через що мікробіологічні та ферментні процеси не можуть відбуватися інтенсивно. Необхідними умовами для життєдіяльності мікрофлори є достатня вологість середовища. Щоб фізіологічні процеси відбувались нормально, бактеріям треба 25–30 % вологи, дріжджам – 30–35 %, пліснявам – 15 %. У сухому середовищі (3–6 % вологи) мікробні клітини плазмолізують і припиняють життєдіяльність. Такий стан має назву «фізіологічна сухість». Принцип ксероанабіозу використовується для виробництва сухих молочних консервів.

Осмоанабіоз – це штучне підвищення осмотичного тиску. Значення осмотичного тиску в молоці складається з таких величин – 0,323 МПа за рахунок вмісту молочного цукру, 0,142 МПа – хлоридів, 0,261 – інших іонів молока. Разом – 0,726 МПа (середній показник 0,6–0,7 МПа). Для ефективного консервування необхідно, щоб осмотичний тиск становив 16–18 МПа. Згущенням можна підвищити тиск до 3–5 МПа. Проте молоко можна згустити не більше, ніж у 3–4 рази. За подальшого згущення система втрачає текучість, а за згущення у 7–8 разів одержуємо сухий продукт. Потрібне підвищення осмотичного тиску одержують за рахунок внесення харчових добавок. Тиск 16–18 МПа створюється за концентрації сахарози 62,5–63,5%, глюкози – 35–36 %, солі 10 %.

Консервування підвищеним тиском ґрунтується на порушенні процесів обміну між живою клітиною і середовищем. Коли осмотичний тиск у середовищі становить 0,6–0,7 МПа, а у клітині – 0,6 МПа, між ними відбуваються нормальні обмінні процеси. У гіпертонічних умовах, коли тиск у середовищі досягав 16–18 МПа, осмотичний потік спрямовується з протоплазми назовні. Протоплазма зневоднюється, стискується, відділяється від оболонки і настає плазмоліз та порушення життєвих функцій клітини.

**Активність води як фактор стабільності якості продукції.** Вода є важливою складовою харчових продуктів. Технологічні властивості, інтегральний показник якості та терміни зберігання харчових продуктів залежать від властивостей, кількості та стану води, що міститься в них.

Розрізняють такі форми зв'язку води з складовими частинами сухих речовин продуктів: хімічну, фізико-хімічну, фізико-механічну.

**Хімічно зв'язану воду** (іонну і молекулярну) дуже важко видалити із продуктів (*прокалюванням*, шляхом хімічної взаємодії). Така форма зв'язку води в харчових продуктах зустрічається дуже рідко.

До **фізико-хімічних форм** зв'язку відносять адсорбційно-зв'язану і осмотично-поглинаючу вологу. **Адсорбційно-зв'язаною** називають воду, яка міцно втримується молекулярним полем біля поверхні розподілу колоїдних частинок з навколишнім середовищем. Кількість цієї води залежить як від хімічного складу, так і від вмісту компонентів, які знаходяться в колоїдному стані: білків, фосфоліпідів, поліцукридів. Зв'язування води цими речовинами пояснюється наявністю в них гідрофільних груп:  $-NH_2$ ,  $-COOH$ ,  $-OH$ ,  $-NH$ ,  $-CO$ ,  $-SH$  та ін. Ця волога міцно зв'язана з компонентами харчових продуктів і може бути видалена тільки при умові перетворення в пару. Вона не розчиняє органічні речовини і мінеральні солі, замерзає при температурі  $-71^\circ C$ , не засвоюється мікроорганізмами. **Осмотично поглинаюча волога** зв'язана з складовими частинами сухих речовин харчових продуктів слабше, ніж адсорбційна, тому під час сушіння видаляється.

До **фізико-механічних форм** зв'язку відносяться капілярна, мікрокапілярна волога і волога змочування.

Капілярна і мікрокапілярна волога – це розчини, що містять органічні та мінеральні речовини. Вони входять до складу соку продуктів.

Найменш міцно зв'язана з компонентами харчових продуктів волога змочування, яка утримується на поверхні силами поверхневого натягу.

Різні стани води в харчових продуктах тісно взаємозв'язані між собою, при переробці та зберіганні можуть переходити одна в одну, що викликає зміни властивостей продуктів.

Вологість продукту – це відношення фізико-хімічно і фізико-механічно зв'язаної води до її початкової маси, виражене у відсотках. Залежно від вмісту вологи, харчові продукти поділяють на три групи:

– перша група – продукти з високою вологою; масова частка вологи в них понад 40 %. Більша частина води знаходиться у вільному стані, тобто не зв'язана з компонентами продуктів;

– друга група – продукти із середньою або проміжною вологою; масова частка вологи коливається від 10 до 40 %. Значна частина води зв'язана з компонентами сухих речовин;

– третя група – продукти з низькою вологою; масова частка вологи менша 20 %. Майже вся вода знаходиться у міцному зв'язку з компонентами сухої речовини.

Відповідно до розглянутої класифікації до другої групи відносять згущені молочні консерви з цукром, до третьої – сухі молочні консерви.

У молочній промисловості при виробництві молочних консервів використовують такі способи обробки, які пов'язані з дією на воду:

– концентрування згущенням з наступною тепловою стерилізацією. При цьому знищуються всі мікроорганізми як у вегетативній, так і в спорівій формах;

– концентрування згущенням або згущенням з розчиненням в залишковій воді речовини, яка концентрується. При цьому пригнічується діяльність мікроорганізмів;

– концентрування сушінням попередньо підзгущеного продукту. При цьому припиняється життєдіяльність мікроорганізмів, оскільки в продукті відсутня вільна вода, що доступна для них.

У молоці вода знаходиться у вільному та зв'язаному станах. **Вільна вода** – це вода, яка не зв'язана з компонентами молока, вона легко видаляється при

згущенні, сушінні чи заморожуванні. При виробництві молочних продуктів вільна вода бере участь у всіх біохімічних процесах. *Зв'язана вода* – це вода, яка утримується молекулярними силами гідрофільних груп білків. Вона недоступна мікроорганізмам, не розчиняє солі та цукри, не видаляється при сушінні. Її вміст у молоці становить 2–3,5 %. Особливою формою зв'язаної води є кристалізаційна вода, яка зв'язана з лактозою.

Параметром, який дозволяє надійно і науково обґрунтовано оцінити будь-який спосіб консервування, є *активність води*. У наукову термінологію поняття «активність води» було введено В. Скоттом в 1953 році та до сьогодні широко використовується в практиці. Він довів, що при відповідних умовах між термодинамічною активністю води і розвитком мікроорганізмів існує взаємозв'язок. Тому оптимальні умови стійкості харчових продуктів до хімічних та мікробіологічних процесів повинні визначатися не за масовою часткою вологи в них, а на основі значення показника активності води. Саме він характеризує доступність води мікроорганізмам. Він є важливим при виробництві молочних консервів, оскільки технологія їх виготовлення полягає у видаленні частини води з допомогою концентрування згущенням або у видаленні всієї доступної води для мікроорганізмів комплексно попереднім згущенням з наступним сушінням. При виробництві згущених молочних консервів з метою обмеження доступної для мікроорганізмів води, що залишилася, вводять речовини, які мають консервувальні речовини (сахароза та ін.).

Активність води у харчових продуктах дорівнює відносній вологості середовища, яке знаходиться в цьому продукті в стані рівноваги. При видаленні із харчового продукту вільної води величина активності води зменшується.

Активність води, яку характеризують як здатність її до випаровування із розчину порівняно із здатністю до випаровування чистої води при однаковій температурі, розраховують за формулою:

$$a_w = P \cdot P_0^{-1} \quad (1.1.)$$

де  $P$  – тиск пари води над продуктом, Па;

$P_0$  – тиск пари над чистою водою, Па.

При розчиненні у воді харчових продуктів окремих речовин активність води зменшується. Залежно від виду і концентрації розчинних та додатково розчинених речовин у харчовому продукті зростає осмотичний тиск.

Із зміною значень активності води в продукті змінюється і значення осмотичного тиску. Консервування підвищеним осмотичним тиском ґрунтується на порушенні процесів обміну між живою клітиною та середовищем.

У гіпертонічних умовах активність води  $a_w$  становить 0,65–0,6. За нормальних умов оптимальне значення показника активності води  $a_w$  для більшості бактерій 0,99–0,95, дріжджів і плісняви 0,8–0,65. При  $a_w$  меншому за 0,7 молочні консерви зберігаються тривалий час без псування.

## **1.2. Вимоги до молока як сировини для консервування**

Біологічна цінність виготовленої продукції знаходиться в прямій залежності від якості сировини, до якої молококонсервна промисловість ставить особливі вимоги. Крім того, що молоко повинно відповідати загальним вимогам до сировини для молочної промисловості, воно повинно володіти високими органолептичними показниками; містити відповідне співвідношення кількості складових, зокрема жиру і СЗМЗ; бути термостійким, тобто не коагулювати при високих температурах.

Молоко, яке поступає на молококонсервні підприємства, повинно відповідати вимогам ДСТУ 3662-18 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови.».

Для консервування придатне молоко, що отримують від здорових корів, які перебувають під постійним державним ветеринарно-санітарним наглядом, з благополучних щодо інфекційних захворювань господарств, за наявності дозволу служби державної ветеринарної медицини на виробництво молока. Молоко після доїння повинно бути профільтроване та охолоджене.

Не допускається змішування молока від здорових і хворих корів та заморожування молока.

Не дозволяється приймати на переробку молоко перші сім днів лактації і стародійне молоко. У молозиві є високий вміст імуноглобулінів і сироваткових білків, що коагулюють під дією високих температур. У стародійному молоці підвищений вміст солей і ферментів, в тому числі ліпази.

Не допускається у молоці вміст інгібуючих речовин (активно-дезінфікуючих засобів, консервантів, формаліну, соди, аміаку, перекису водню, антибіотиків).

Молоко повинно мати чистий смак і запах, без сторонніх, не властивих свіжому молоку присмаків і запахів, оскільки при концентруванні вади смаку і запаху підсилюватимуться. За зовнішнім виглядом і консистенцією молоко повинно бути однорідною рідиною без слизу, осаду, пластівців білка. Колір молока – від білого до світло-кремового.

Відповідно до ДСТУ 3662-18 молоко-сировину поділяють на три гатунки, нормовані показники кожного гатунку представлені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1.

### Фізико-хімічні показники заготівельного молока

| Показники   | Гатунок |       |        |
|---|---------|-------|--------|
|   | екстра  | вищий | перший |
| 1   | 2       | 3     | 4      |
| Густина, не менше ніж, кг/м <sup>3</sup>          | 1028    | 1027  | 1027   |
| Кислотність, °Т                                   | 16–17   | 16–18 | 16–19  |
| Чистота, група                                    | I       | I     | II     |
| Термостійкість, не нижче групи                    | II      | II    | III    |
| Масова частка сухих речовин, %                    | ≥12,2   | ≥11,8 | ≥11,5  |
| Кількість соматичних клітин, тис./см <sup>3</sup> | ≤400    | ≤400  | ≤600   |



| 1   | 2            | 3            | 4            |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Температура молока під час надходження на молокопереробне підприємство, °С                                    | 4±2          | 6±2          | 8±2          |
| Точка замерзання, не вище ніж, °С   | Мінус 0,520  | Мінус 0,520  | Мінус 0,520  |
| Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАМ), тис. КУО/см <sup>3</sup> | <100         | <300         | <500         |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела, в 25 см <sup>3</sup>                         | Не дозволено | Не дозволено | Не дозволено |

*Примітка:* Масові частки жиру та білка встановлюють під час приймання молока. Температура молока, доставленого на молокопереробне підприємство не пізніше 2 годин після доїння, не регламентується. Можна визначати або точку замерзання, або густину молока.

Базисні норми для молока: масова частка жиру – 3,4 % та масова частка білка – 3,0 % (розробляються і затверджуються центральним органом виконавчої влади з питань аграрної політики разом із центральним органом виконавчої влади у сфері технічного регулювання та споживчої політики).

У табл. 1.2. наведено показники безпеки молока.

Тривалість зберігання молока у виробників до закупівлі не повинна перевищувати 24 години (при температурі 4 °С), 18 годин (при температурі не вище 6 °С), 12 годин (при температурі не вище 8 °С).

Транспортування молока планується проводити в автомолцистернах, які повинні щільно закриватися кришками з прокладками з харчової гуми.

## Показники безпеки молока

| Назва показника безпеки,<br>одиниця вимірювання  | Гранично допустимий рівень                              |
|--|---|
| Токсичні елементи, мг/кг, не більше ніж:<br>– Свинець<br>– Кадмій<br>– Миш'як (Арсен)<br>– Ртуть<br>– Мідь<br>– Цинк | 0,1(0,05)<br>0,03 (0,02)<br>0,06<br>0,005<br>1,0<br>5,0 |
| Мікотоксини, мг/кг, не більше ніж:<br>– афлатоксини В <sub>1</sub><br>– афлатоксини М <sub>1</sub>                   | 0,001<br>0,0005   |
| Антибіотики, од/г, не більше ніж:<br>– антибіотики тетрациклінової групи<br>– пеніцилін<br>– стрептоцимін            | 0,01<br>0,01<br>0,5                                     |
| Пестициди, мг/кг, не більше ніж:<br>– гексахлоран<br>– ГХЦГ (гамма – ізомер)   | 0,05<br>0,05 (0,01)                                     |
| Нітрати, мг/кг, не більше ніж:<br>– діетилстильбестрол<br>– естрадіол – 17   | не допускається<br>0,0002                               |
| Радіонукліди, Бк/кг, не більше ніж:<br>– Стронцій – 90<br>– Цезій – 137  | 20<br>100   |

**Хімічний склад молока.** До складу молока входить понад 200 різних компонентів. Хімічний склад і властивості молока не є стабільними і залежать від низки чинників, зокрема періоду лактації, кліматичної зони, годівлі, породи тварини, віку, пори року та ін. Рекомендується використовувати для консервування молоко, яке має в середньому такі масові частки: вологи – 88 %, жиру – 3,2 %, СЗМЗ – 8,8 %, в тому числі білка – 3,2 %, лактози – 4,6 %, золи – 0,7 %. Відношення жиру до СЗМЗ повинно коливатися в межах 0,4-0,69.

Найціннішою складовою частиною молока є білки. Кількість білків у молоці коливається від 2,5 до 4,0 %. До їх складу входять казеїн – 82 %, альбумін – 12 %, глобулін – 6 %. Співвідношення казеїну, альбуміну та

глобуліну в молоці змінюється залежно від періоду лактації, годівлі та інших факторів.

Казеїн (78–85 % всіх білкових речовин молока) належить до складних білків – фосфопротеїдів, які містять фосфор у вигляді фосфорної кислоти. Остання в молекулі казеїну утворює складний ефір з оксиамінокислотами (серіном і треоніном). У молоці казеїн міститься у вигляді розчинної кальцієвої солі (казеїнату кальцію) у основних чотирьох формах:  $\alpha$  -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\kappa$ -фракціях, які відрізняються за вмістом фосфору та кальцію, а також відношенням до сичужного ферменту. В'язкість згущених і розчинність сухих молочних консервів залежить від розміру часток ККФК сирого молока. Для консервування найбільш придатне молоко з невеликими частками ККФК.

Сироваткові білки молока складають 14–24 % загальної кількості всіх білків. Вони належать до простих білків, не коагулюють під впливом кислот і сичужного ферменту, зате утворюють осадок під час нагрівання молока вище 75 °С. Сироваткові білки характеризуються високим ступенем дисперсності та гідратації. Масові частки окремих фракцій коливаються у таких межах:  $\beta$ -лактоглобулін – 43–67 %,  $\alpha$ -лактоальбумін – 17–21 %, імунні глобуліни – 10–18 %, сироватковий альбумін – 2–5 %.

При відбиранні молока для консервування необхідно враховувати масову частку в ньому сироваткових білків, оскільки вони знижують термостійкість молока. Тому молозиво і стародійне молоко непридатне для виробництва молочних консервів.

Вміст жиру в молоці складає 2,7–6 %. Ліпіди містяться в молоці у вигляді молочного жиру з розчиненими у ньому фосфатидами, стеринами, пігментами, жиророзчинними вітамінами. Молочний жир є сумішшю тригліцеридів високо- та низькомолекулярних жирних кислот. Температура плавлення молочного жиру 25–36 °С, температура затвердіння – 18–23 °С, що створює сприятливі умови для його емульгування в шлунково-кишковому тракті. Коливання температур плавлення та затвердіння обумовлюються кількістю і властивостями ненасичених та насичених жирних кислот, які входять до складу

молочного жиру. Жир рівномірно розподілений у водній частині молока у вигляді емульсії з діаметром жирових кульок від 0,5 до 10 мкм. Це покращує перетравність жиру під дією ліполітичних ферментів і його засвоюваність (98 %). Кожна жирова кулька оточена білково-лецитиновою оболонкою, яка перешкоджає змиканню окремих крапельок жиру. У білково-лецитиновій оболонці сконцентровані всі біологічно активні речовини. На стійкість жирової фази згущених і сухих консервів впливає розмір жирових кульок. Згущені молочні консерви, вироблені із молока, у якому діаметр жирових кульок до 2 мкм складає 20–40 %, стійкі до утворення білково-жирового прошарку при зберіганні. Також продукти консервування, вироблені влітку, більш стійкі до окисненого псування при зберіганні, що пояснюється меншою кількістю дестабілізованого жиру в молоці літнього періоду.

Основним вуглеводом молока є молочний цукор – лактоза (90 % всіх вуглеводів). Вміст лактози у коров'ячому молоці – 4–5 %. Лактоза – редукуючий дицукрид, який під час гідролізу дає молекулу глюкози та молекулу галактози. Молочний цукор приблизно у 5 разів менш солодкий за цукрозу, однак поживна цінність цих дицукридів однакова.

Лактоза міститься у молоці в  $\alpha$ - і  $\beta$ -формах:  $\beta$ -форма має меншу розчинність, ніж  $\alpha$ -форма. Обидві форми можуть переходити одна в одну. З підвищенням температури розчинність лактози зростає. При вищих температурах, поряд з меланоїдиноутворенням, відбувається карамелізація лактози, забарвлення стає більш інтенсивним. Слід пам'ятати, що серед усіх цукрів лактоза карамелізується найшвидше.

У молоці міститься 0,6–0,8 % мінеральних речовин. Вони знаходяться в молоці переважно у вигляді солей. Солі кальцію містяться в молоці у розчиненому, колоїдному та зв'язаному з казеїном стані. Кальцій значною мірою визначає структуру молекули казеїну і розмір частин білка. Вміст (в мг на 100 г) розчинного кальцію складає в середньому 60, колоїдного – 70, загального – 132. Перехід кальцію з розчинного в нерозчинний стан під дією різних факторів супроводжується зниженням термостійкості.

Фосфор у молоці міститься в неорганічних солях і в органічних сполуках – у зв'язаному з казеїном стані та в складі білково-лецитинових оболонки жирових кульок. Вміст (в мг на 100 г) розчинного фосфору складає в середньому 40, нерозчинного неорганічного – 25, загального неорганічного – 65.

У молоці містяться всі життєво необхідні вітаміни. Їх кількість непостійна і залежить від годівлі, активності мікрофлори рубця корів, умов їх утримання, стадії лактації, породи, стану здоров'я та ін. Вітаміни впливають на хід окисно-відновних процесів, що проходять у молоці, та відіграють роль антиокислювачів ліпідів. Частина вітамінів руйнується при тепловій обробці молока, тому при виробництві молочних консервів слід вибирати такі технологічні параметри, які дозволяють б максимально їх зберегти.

Молоко багате на ферменти. Вони потрапляють у молоко з молочної залози (нативні) або виробляються мікроорганізмами. Ферменти істотно впливають на якісні показники молока і молочних продуктів. Із гідролаз у молоці є такі ферменти: ліпаза, фосфатаза, лактаза, протеїназа та ін. Із групи окисно-відновних: пероксидаза, оксидаза, редуктаза та ін. З метою підвищення стійкості молочних продуктів технологічні режими повинні забезпечити інактивацію всіх ферментів.

Консервують молоко із такими фізичними властивостями: температура замерзання – мінус 0,54–0,59, гранична електрична провідність – 0,386–0,629  $\text{См} \cdot \text{м}^{-1}$ , динамічна в'язкість –  $(1,8\text{--}2,2) \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ , поверхневий натяг –  $(49\text{--}51) \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$ , густина 1027–1032  $\text{кг}/\text{м}^3$ , кислотність 16–18 °Т.

У молоці, призначеному для виробництва молочних консервів, не допускається наявність вільної молочної кислоти. Ця кислота реагує з казеїнкальційфосфатним комплексом (ККФК), іони водню приєднуються до ККФК і декальцинують його молекулу з утворенням нерозчинного кальцію, який не може залишатись у колоїдному стані.

Для отримання стійких молочних консервів молоко повинно бути бактеріально чистим. Кількісний і якісний склад мікрофлори сирого молока

коливається у широких межах та залежить від багатьох чинників, зокрема санітарно-гігієнічних умов отримання молока, правильного зберігання і транспортування, чистоти обладнання та ін. Свіжовидоєне молоко володіє бактерицидною активністю – здатністю у відповідний період, який називається бактерицидною фазою, придушувати розвиток у молоці мікроорганізмів. Тому після отримання молока необхідно забезпечити збереження його нативних властивостей, мінімальне забруднення мікрофлорою. Для цього молоко після видоювання очищують від механічних домішок і охолоджують.

При транспортуванні молока необхідно зберегти його якість при мінімальних втратах. Транспортування здійснюють в ізотермічних молочних цистернах автомобільним, залізничним або водним транспортом. За 10 год. температура молока в цистерні змінюється на 2 °С при температурі повітря +30 °С. Для попередження збивання молока кожну секцію необхідно заповнювати повністю і тільки молоком однієї якості. На невеликі відстані молоко транспортують у молокопроводах з допомогою стисненого повітря або самотоком (гори).

Отже, склад і властивості основних складових молока, яке поступає на молококонсервні комбінати, зазнають значних змін, що суттєво впливає на якість молочних консервів та їх зберігання.

### **1.3. Класифікація молочних консервів**

Продукти консервування молока можна класифікувати за декількома ознаками, проте найбільш повно суті процесу виробництва відповідає класифікація за принципом консервування. За цією класифікацією молочні консерви поділяють на три групи:

- 1 група – згущені стерилізовані;
- 2 група – згущені з цукром;
- 3 група – сухі.

Види молочних консервів вказано у табл. 1.3.

Таблиця 1.3.

**Класифікація й асортимент молочних консервів**

| Принцип консервування | Метод консервування            | Молочні консерви   |
|-----------------------|--------------------------------|--|
| Абіоз                 | Теплова стерилізація, згущення | Згущене стерилізоване молоко, концентроване стерилізоване молоко, згущене стерилізоване молоко зниженої жирності, згущені стерилізовані вершки   |
| Анабіоз               | Згущення                       | Згущене знежирене молоко, згущена маслянка, згущена сироватка  |
|                       | Згущення та внесення цукру     | Згущене незбиране молоко з цукром, згущене 5 %-молоко з цукром, згущені вершки з цукром, згущене нежирне молоко з цукром, кава із згущеними вершками і цукром, напій кавовий із згущеним молоком і цукром, какао із згущеними вершками і цукром, молоко згущене з цукром і цикорієм, молоко згущене з цукром і чаєм, молоко згущене з цукром і пектиновим концентратом «Пектомол», сколотини згущені з цукром, молоко згущене з цукром «Слов'янське» |
|                       | Сушіння                        | Сухе незбиране молоко 20–25 %-ої жирності, сухе швидкорозчинне молоко, сухе молоко «Домашнє», сухе молоко «Смоленське», сухі вершки, сухі високожирні вершки, сухе знежирене молоко, суха сироватка, суха маслянка, сухі суміші для морозива, сухі замітники незбираного молока, сухі кисломолочні продукти  |

Сьогодні у всьому світі все більшою популярністю користуються продукти функціонального призначення. Це пов'язано з погіршенням екологічної ситуації на всій Землі. Функціональне харчування, в якому їжу розглядають не тільки як джерело енергії та необхідних людині компонентів, але і як складний немедикаментозний комплекс, що має яскраво виражені лікувальні, профілактичні, оздоровчі властивості, завойовує нині все більше прихильників. Тому здійснюється розширення асортименту згущених молочних консервів за рахунок використання нетрадиційних видів сировини, а саме сухих молочних продуктів, соєвих концентратів, рослинних жирів, сучасних смакових добавок, цукрозамінників та ін.

### **Контрольні запитання**

1. Що таке консервування?
2. Які прийоми лежать в основі консервування?
3. На чому ґрунтується консервування за принципом біозу?
4. Яка суть ценоанабіозу?
5. На чому ґрунтується консервування за принципом абіозу?
6. Які відомі фізико-хімічні способи знищення мікроорганізмів?
7. Які відомі механічні способи знищення мікроорганізмів?
8. На чому ґрунтується принцип анабіозу?
9. В чому суть ацидобіозу?
10. При виробництві яких молочних продуктів застосовують ацидоанабіоз?
11. Що таке кріоанабіоз?
12. Який принцип консервування використовують при виробництві сухих молочних консервів?
13. Який принцип консервування використовують при виробництві згущених молочних консервів з цукром?
14. Яка роль води при консервуванні?
15. Що таке активність води?



16. Назвіть вимоги до молока, яке призначене для консервування.

17. Чому при виробництві молочних консервів слід враховувати масову частку сироваткових білків?

18. Як впливає на якість молочних консервів розмір жирових кульок?

19. Як класифікують молочні консерви за принципом консервування?

20. Назвіть асортимент молочних консервів.

## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНОЛОГІЯ МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ

#### **2.1. Загальні технологічні операції при виробництві молочних консервів**

Загальними технологічними операціями виробництва молочних консервів є: приймання, облік і очищення молока, охолодження і тимчасове резервування, нормалізація, пастеризація, гомогенізація, згущення.

*Приймання, облік і очищення молока.* Кожну партію молока, яка поступає на завод, необхідно контролювати щоденно протягом 40 хв. після доставки. Приймання і оцінку якості починають із зовнішнього огляду тари. При цьому звертають увагу на чистоту, цілісність пломб, правильність наповнення, наявність гумових кілець під кришками фляг або цистерн.

Вирішальною умовою в отриманні точних результатів при оцінці якості молока є правильність відбору проб. Перш за все відбирають проби молока для контролю бактеріологічного обсіменіння, потім – для фізико-хімічних аналізів. Для оцінки фізико-хімічних показників відбирають пробу в кількості 250–500 мл згідно ДСТУ 180 707:2002 «Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб».

Оцінка якості молока, що поступає на молочноконсервний завод, проводиться відповідно до вимог діючого стандарту на молоко-сировина коров'яче (ДСТУ 3662:2018). Обов'язково визначають органолептичні показники, кислотність, температуру замерзання, густину, чистоту, бактеріальне обсіменіння, кількість соматичних клітин, вміст сухих речовин. Для контролю використовують стандартні методи.

Також у молоці, що приймається, слід контролювати термостійкість молока. Цей контроль здійснюють за рН, титрованою кислотністю та сольовою рівновагою. Сольову рівновагу визначити складно, оскільки вона нестійка. Ні

одна із проб – хлоркальцієва, алкогольна чи проба на кип'ятіння – не показує змін, які відбуваються в казеїнаткальційфосфатному комплексі при нагріванні молока до високих температур. Перераховані методи ґрунтуються на різних принципах, тому порівнювати результати, отримані з їх допомогою, не доцільно. Підібрати прилад, який би враховував всі фактори, неможливо. Тому для контролю термостійкості слід змодельовати теплову обробку окремої невеликої проби молока і за результатами зробити висновок про придатність молока до консервування.

Після закінчення оцінки якості та придатності молока його приймають.

Облік всіх видів молочної сировини проводиться в кілограмах.

Молоко коров'яче може прийматися ваговим або об'ємним методом. Об'ємний метод визначення маси оснований на прямих вимірюваннях об'єму і фактичної густини заготівельного молока при температурі приймання. Густину визначають ареометром і здійснюють перерахунок у кілограми.

Ваговий метод оснований на вимірюваннях маси шляхом зважування засобами вимірювання, що відповідають за метрологічними характеристиками діючим вимогам. Всі засоби вимірювання повинні проходити періодичну державну перевірку.

Масу молока фактичної жирності перераховують на масу молока базисної жирності за формулою:

$$M_{жс} = \frac{M_{\phi} \cdot Ж_{\phi}}{Ж_{б}} \quad (2.1.)$$

де  $M_{\phi}$  – фактичне значення маси молока, кг;

$Ж_{\phi}$  – фактична масова частка жиру у молоці, %;

$Ж_{б}$  – базисна норма масової частки жиру, %.

**Очищення молока.** У виробництві молочних консервів очищення є обов'язковою операцією. Молоко очищують від сторонніх домішок та мікроорганізмів, які знижують якість готових продуктів. Для очищення молока

від механічних домішок використовують фільтри різних конструкцій (пластинкові, дискові, циліндричні). Фільтрувальний матеріал (марля, ватні фільтри, лавсан) періодично змінюють. Для потоковості виробництва монтують 2 фільтри-очисники паралельно. Коли в одному змінюють фільтр, то другий фільтрує молоко.

Використання сепараторів-молокоочищувачів є більш досконалим способом очистки. Відцентрова очистка здійснюється за рахунок різниці між густиною плазми молока і механічними домішками. Домішки, маючи більшу густину, відкидаються до стінки барабану і осідають на ній у вигляді слизу, який містить брудний, білковий та бактеріальний шари. Очистку молока проводять після попереднього підігрівання його до температури 35–40 °С.

Очистку молока з допомогою сепараторів-молокоочищувачів вважають достатньо ефективною, якщо кількість центрифужного осаду становить не більше 0,001 см<sup>3</sup> на 10 см<sup>3</sup> очищеного молока.

Можлива також холодна очистка молока без підігрівання, яка ефективна при кислотності молока не вище 18 °Т і вмісті загальної кількості мікроорганізмів в 1 мл молока не вище 500 тис. клітин. Відцентрова очистка дозволяє значно знизити загальну бактеріальну забрудненість молока, але при цьому видалити соматичні клітини неможливо.

Відцентровим очищенням на сепараторах-молокоочищувачах не можна добитися повного видалення із молока мікроорганізмів. Для повного видалення бактеріальних клітин із молока застосовують бактофугування. Суть бактофугування полягає у видаленні із молока до 98 % мікроорганізмів шляхом підвищення швидкості центрифугування без термічної обробки. При бактофугуванні проходить видалення із молока бактерій, що загинули, і токсинів, що сприяє підвищенню якості та стійкості при зберіганні.

Бактофугування дозволяє видалити аеробні та анаеробні спороутворюючі бактерії (*Bassochlamys nivea*, *Bassochlamys fulva*), анаеробні спороутворюючі мікроорганізми, які зброджують лактозу і викликають маслянокисле бродіння та бактерії роду *Clostridium tyrobutyricum*.

У виробництві молочних консервів анаеробні спороутворюючі бактерії (*Bacillus cereus*) можуть викликати коагуляцію білків молока без наростання кислотності продукту.

При температурі зберігання 8–10 °С і тривалості генерації біля 6 годин *Bacillus cereus* розмножується за 6 днів від 1 спори/см<sup>3</sup> до більше, ніж 1·10<sup>7</sup> спор/см<sup>3</sup>. При бактофугуванні кількість спор можна зменшити більше, ніж 1·10<sup>10</sup> спор/см<sup>3</sup>.

Ефективність бактофугування залежить від низки факторів, зокрема температури молока, продуктивності сепаратора, частоти вивантаження осаду, початкового вмісту бактерій та ін.

При бактофугуванні істотних змін у молоці не відбувається, проте підвищується термостійкість молока, що зумовлено видаленням із нього денатурованих α-лактоальбуміну та β-лактоглобуліну. Ці зміни сприяють підвищенню якості молочних консервів.

Нові герметичні бактофуги, які самоочищаються, видаляють із молока 98 % анаеробних, 95 % аеробних спороутворюючих мікроорганізмів при зниженні загального бактеріального обсіменіння на 86 % і виключають можливість контакту молока, що бактофугується, з повітрям, тобто не допускають вторинного забруднення.

В останні роки за кордоном широко застосовують мікрофільтрацію, яка призначена для видалення бактерій і спор із молока. Молоко фільтрується через напівпроникну мембрану і до 99,5 % і вище бактерій затримуються на ній.

**Охолодження і тимчасове резервування молока.** Після очищення молоко необхідно швидко охолодити до 4–6 °С, що сприяє збереженню його натуральних властивостей. Оптимальні терміни зберігання молока – не більше 12 год. При більш тривалому зберіганні виникають вади смаку і консистенції (прогірклість, склистість і ін.). Ці вади є наслідком нагромадження вільних жирних кислот у результаті життєдіяльності психротрофних мікроорганізмів та загальної активізації ферментативних процесів. Прихротрофні мікроорганізми

непатогенні, проте при сильному рості знижують якість та санітарну безпеку молока.

Механічна дія на молоко повинна бути мінімальною. Багаторазове перемішування і перекачування призводить до агрегації жирових кульок і насичення молока повітрям, що активізує фермент ліпазу і прискорює розщеплення жирних кислот, у результаті чого молоко набуває неприємного присмаку.

При підвищенні температури молока вище за 10–12 °С молоко охолоджують вдруге. Зберігають молоко 10–12 годин.

За необхідності зберігання молока більш тривалий час (до 2–3 діб) його необхідно термізувати, тобто піддати тепловій обробці при температурі 60–63 °С, потім охолодити до 4–8 °С. Після такої обробки вихідні показники молока через 2–3 доби суттєво не зміняться.

Молоко, що поступає, має загальну кількість бактерій від  $4,6 \cdot 10^4$  до  $1,2 \cdot 10^6$  в 1 см<sup>3</sup>. Протягом першої доби зберігання молока загальна кількість бактерій збільшується: при 13–15 °С – в 30 разів, при 8–10 °С – в 20 разів, при 3–5 °С – в 3 рази. За другу добу загальна кількість бактерій підвищується порівняно з вихідним при 3–5 °С в 20 разів, а при 8–10 °С – в 30 разів.

При тривалому зберіганні охолодженого молока без попередньої теплової обробки життєдіяльність молочнокислої мікрофлори пригнічується, титрована кислотність значно не збільшується, але інтенсивно розвиваються психротрофні мікроорганізми, які набирають ліполітичні та протеолітичні ферменти. В результаті ліполізу і протеолізу молоко стає непридатним для консервування.

**Нормалізація складу молока.** Нормалізацію молока проводять з метою регулювання хімічного складу молока (масової частки жиру, сухих речовин, СЗМЗ та ін.) до значення, що відповідає стандартам та технічним вимогам. Ця операція є обов'язковою при виробництві молочних консервів.

При виробництві молочних консервів молоко концентрується згущенням і сушінням. Суть концентрування полягає у видаленні вологи без поділу сухих

речовин на складові частини. Для одержання продуктів стандартного складу необхідно до обробки сировини скласти суміш, в якій компоненти, що нормуються, приведено у відповідне співвідношення. Стандартами на молочні консерви нормуються масова частка жиру і сухого знежиреного молочного залишку в продукті.

У виробництві молочних консервів регулювання масової частки жиру на одиницю СЗМЗ відповідає умовам матеріального балансу

$$\frac{Ж_{см}}{СЗМЗ_{см}} = \frac{Ж_{пр}}{СЗМЗ_{пр}}$$

$Ж_{см}$ ,  $Ж_{пр}$  – масова частка жиру нормалізованої суміші та готового продукту, %;

$СЗМЗ_{см}$ ,  $СЗМЗ_{пр}$  – масова частка сухого знежиреного залишку у суміші та готовому продукті, %.

Відношення  $Ж_{пр} / СЗМЗ_{пр}$  у молоко консервній промисловості прийнято позначати через  $O_{пр}$ , де  $O_{пр}$  – масова частка жиру на одиницю СЗМЗ продукту.

У незбираному молоці  $O_{пр}$  коливається в межах 0,39–0,69, у молочних консервах – 3,3–0,193. Тому при виробництві молочних консервів необхідно здійснювати нормалізацію.

Якщо  $Ж_{м} / СЗМЗ_{м} < Ж_{пр} / СЗМЗ_{пр}$ , то нормалізацію проводять вершками (у резервуарах) або відсепаруванням частини знежиреного молока (у потоці).

Якщо  $Ж_{м} / СЗМЗ_{м} > Ж_{пр} / СЗМЗ_{пр}$ , то нормалізацію проводять знежиреним молоком (у резервуарах) або відсепаруванням частини вершків (у потоці).

Для проведення розрахунків з нормалізації, крім планових показників, необхідно знати склад незбираного молока і компонентів нормалізації: вершків, знежиреного молока, маслянки. Вміст жиру і густину визначають за стандартними методами, а СМЗ і СЗМЗ знаходять розрахунковим способом.

**Теплова обробка і гомогенізація нормалізованих сумішей.** Теплова обробка молока є обов'язковою технологічною операцією при виробництві всіх

видів молочних консервів. Використовують два основних види теплової обробки молока: пастеризацію і стерилізацію та ультрависокотемпературну обробку.

Пастеризацію проводять з метою:

- знищення патогенних мікроорганізмів та отримання продукту, безпечного для споживача в санітарно-гігієнічному відношенні;
- зниження загальної кількості мікроорганізмів;
- руйнування ферментів, які викликають псування молочних продуктів та зниження їх стійкості при зберіганні;
- направлених змін фізико-хімічних властивостей молока для отримання заданих властивостей готового продукту.

Придушення мікроорганізмів при дії температури проходить з часом. Тому температура і тривалість нагрівання продукту є основними факторами, які визначають ефективність пастеризації. Залежно від цих факторів розрізняють такі режими пастеризації:

- довготривала – температура нагрівання 60–63 °С з витримкою 30 хв.;
- короткотривала – температура нагрівання 72–76 °С з витримкою 15–20 с;
- миттєва – температура нагрівання вище 100 °С без витримки.

Основним критерієм надійності пастеризації є режим термічної обробки, при якому забезпечується загибель найбільш стійкого із патогенних мікроорганізмів – туберкульозної палички (температурний оптимум 65 °С). Непрямим показником ефективності пастеризації є руйнування в молоці ферменту фосфатази, яка має температурний оптимум дещо вище, ніж туберкульозної палички. Тому вважають, якщо в молоці зруйнована туберкульозна паличка, то знищені всі патогенні мікроорганізми. Ефективність пастеризації залежить від режимів пастеризації та від початкового бактеріологічного забруднення молока.

Стерилізацію проводять з метою знищення всіх мікроорганізмів та їх спор. При стерилізації продукти піддаються тепловій обробці вище 100 °С.



Стерилізовані продукти зберігаються тривалий час і зберігають смакові властивості та харчову цінність.

При консервуванні молока режими теплової обробки повинні забезпечити високу ефективність знезаражування всього спектра мікрофлори молока й інактивацію ферментів при максимально можливому збереженні його первинних якостей.

Ефективність пастеризації треба оцінювати не тільки за загальною кількістю мікрофлори, але і за її видовим складом. Призначене для консервування молоко не може містити протеолітичних і умовно патогенних мікроорганізмів. Вимогам консервування відповідає показник загальної ефективності пастеризації 99,997–99,999% (залишкова мікрофлора не повинна перевищувати сотні бактеріальних клітин в 1 мл нормалізованої суміші).

У молококонсервній промисловості доцільно застосовувати такі режими теплової обробки нормалізованих сумішей: 90–95 °С без витримки, 105–109 °С без витримки і двоступеневий: 85–87 °С та 120–130 °С без витримки. Найефективнішою є теплова обробка при температурі понад 100 °С. Режими теплової обробки перед згущенням визначають залежно від виду продукту і наявного обладнання.

Щоб запобігти денатурації сироваткових білків, рекомендують негайно після пастеризації охолодити молоко до 70–75 °С і направити на згущення.

**Гомогенізація.** Гомогенізація молока (вершків, молочної суміші) – це процес подрібнення (диспергування) жирових кульок при дії значних зовнішніх чинників, які викликані перепадом тиску. В свіжому молоці діаметр жирової кульки знаходиться в інтервалі від 0,5 до 10 мкм. У гомогенізованому молоці він зменшується до 1 мкм. Тому знижується можливість відстоювання жиру при зберіганні молока.

Механізм подрібнення жирової кульки можна пояснити таким чином. Разом з потоком молока жирова кулька рухається з початковою швидкістю каналом в сидлі клапану. На вході у клапанну щілину швидкість потоку різко зростає. Жирова кулька при цьому потоком плазми розтягується в циліндр,

який під дією сил поверхневого натягу дробиться на дрібні окремі кульки, знову прийнявши стійку форму. Крім градієнта швидкості на диспергування жирової кульки в зоні переходу впливає і різниця тисків в каналі та клапанній щілині.

Ефективність гомогенізації залежить від багатьох факторів. Це температура, тиск, властивості та хімічний склад молока (в'язкість, густина, кислотність, масова частка жиру і сухих речовин). Процес гомогенізації ефективний, коли жир знаходиться в рідкому стані. Тому температура гомогенізації повинна бути не нижче 50–60 °С. З підвищенням масової частки жиру температура гомогенізації повинна бути вищою, що зумовлено більшою в'язкістю продукту. Тиск гомогенізації в цьому випадку повинен бути нижчим, що зумовлено зниженням енергетичних затрат та забезпечення стабільності жирової емульсії.

У процесі гомогенізації проходить не тільки зменшення розміру жирових кульок, але і перерозподіл оболонкової речовини кульки. При збільшенні загальної поверхні жирових кульок початкових компонентів оболонкової речовини вже не вистачає і для балансу недостатньої речовини мобілізуються білки плазми, що веде до стабілізації високодисперсної жирової емульсії гомогенізованого молока. Одночасно частина фосфатидів переходить з поверхні жирової кульки в плазму молока.

Поряд з диспергуванням жирових кульок проходить і зворотній процес – утворення конгломератів із окремих частин і злиття їх у більші агрегати. Це спостерігається при одноступеневій гомогенізації. При дво- та тріступеневій гомогенізації відбувається руйнування утворених агрегатів і подальше диспергування жирових кульок.

Гомогенізація при виробництві молочних консервів підвищує стійкість продуктів при зберіганні. При виробництві згущеного молока з цукром гомогенізація підвищує в'язкість продукту.

У виробництві молочних консервів застосовується двоступенева гомогенізація, тиск на першому ступені 10–15 МПа, на другому – 3–5 МПа.

Оптимальна температура гомогенізації 65–70 °С. Другий ступінь з низьким тиском 3–5 МПа передбачено для мікронізації скупчень жирових кульок, руйнування утворених ними «грон».

**Концентрування нормалізованих сумішей.** Суть процесу згущення полягає в усуненні частини вологи із сировини, в результаті чого у ній збільшується вміст сухих речовин.

Вільну вологу можна видалити такими способами:

- кріоконцентруванням (у замороженому вигляді);
- зворотним осмосом (у рідкому вигляді);
- випарюванням (у вигляді пари).

Кріоконцентрування здійснюється шляхом заморожування води у продукті та видалення кристалів льоду фільтрацією чи центрифугуванням. При цьому хімічні і біохімічні зміни в продукті незначні. Цей метод має значні енергетичні переваги, оскільки перехід рідини в лід потребує значно менше затрат, ніж перехід рідини у пару. Проте широкого застосування він не знайшов через значні втрати сухих речовин разом з льодом, високі капітальні та виробничі затрати.

Суть процесу згущення зворотним осмосом полягає у гіперфільтрації – фільтрації під тиском через мембрану з діаметром пор 1–3 нм, під тиском не більше 5 МПа. Використовуючи зворотний осмос, можна згущувати незбиране молоко до 18 %, знежирене молоко і сироватку – до 30–35 % вмісту сухих речовин. При такій обробці достатньо повно зберігаються нативні властивості молока. Зворотньоосмотичні установки вимагають невеликих енергетичних затрат, невеликих виробничих площ і можуть працювати безперервно до 20 годин при температурі процесу 4–80 °С.

Широкого промислового застосування цей спосіб згущення не знайшов, оскільки не вирішені проблеми миття напівпроникних мембран і концентрування незбираного молока. При проходженні нормалізованих сумішей через такі установки спостерігається гомогенізуючий ефект,

порушується білково-лецитинова оболонка жирових кульок, утворюється вільний молочний жир і знижується якість готового продукту.

Згущення випарюванням здійснюється шляхом видалення вологи у вигляді пари при кипінні молока під малим тиском. За атмосферного тиску молоко кипить при 100,5 °С. За такої температури виникають незворотні зміни складових частин молока.

При кипінні молока під малим тиском при температурах 50–70 °С незворотних змін його складових частин не виявлено. Оптимальною температурою кипіння молока вважають 50 °С. За такої температури не змінюються навіть такі його властивості, як в'язкість, електропровідність, поверхневий натяг.

Вакуум-випарні установки, які використовують у молококонсервній галузі, можна поділити на дві групи: перша – одно- і багатокорпусні плівкові або пластинкові з потоковим надходженням сировини та потоковим випуском готового продукту; друга – одно- і багатокорпусні циркуляційні (об'ємні) з багатократною циркуляцією, потоковим надходженням сировини та періодичним або потоковим випуском готового продукту.

Основним фактором, який визначає інтенсивність випаровування і продуктивність вакуум-випарного апарату, є температурний перепад – різниця між температурами грючої пари і киплячої суміші (молока). В сучасних апаратах ця різниця становить 8–15 °С.

Багатокорпусні вакуум-апарати є більш економічними. За технологічними показниками також віддається перевага багатокорпусним установкам. У багатокорпусних вакуум-випарних установках при переході суміші з одного корпусу в інший масова частка сухих речовин у ній збільшується, а температура випарювання зменшується. Цим забезпечується повніше збереження нативних властивостей молока.

Тривалість дії високих температур на суміш залежить від виду вакуум-випарної установки. Для однокорпусних вакуум-апаратів тривалість варіння становить приблизно 1 годину при згущенні молока від 12 до 25,5 % вмісту

сухих речовин і до 8–10 годин при згущенні сироватки від 6 до 60 % вмісту сухих речовин при виробництві згущеної сироватки.

Тривалість теплової дії на згущений продукт у плівкових вакуум-випарних установках становить від 3 до 15 хвилин залежно від кількості ступенів випарювання і кінцевої масової частки сухих речовин.

Найменші фізико-хімічні зміни продукту при концентруванні відбуваються при згущенні у плівкових вакуум-апаратах. Тому при випарюванні молочних сумішей без наповнювачів перевагу слід віддавати плівковим вакуум-апаратам. Крім того, їх застосування забезпечує безперервність і поточність технологічних процесів, виключає утворення піни в процесі згущення.

Параметрами, за допомогою яких контролюють згущення, є масова частка сухих речовин суміші (визначають рефрактометрично або вимірюють густину з подальшим перерахунком на сухі речовини) та ступінь згущення.

Ступінь згущення  $n$  показує у скільки разів збільшилась масова частка всіх сухих речовин і будь-якої складової частини та відповідно зменшилась маса суміші. Це описують так

$$n = C_{\text{пр}}/C_{\text{см}} = C_{\text{З}}C_{\text{Зпр}}/C_{\text{ЗМ}}C_{\text{Зсм}} = Ж_{\text{пр}}/Ж_{\text{см}} = \dots = m_{\text{пр}}/m_{\text{см}}$$

На основі цієї рівності розраховують масові частки складових частин сухої речовини згущеного або сухого продукту.

Основною вимогою до згущених продуктів є збереження ними текучого стану при певній температурі. Тому для різних способів згущення встановлюють показники масових часток складових сухої речовини продукту, при яких він не втрачає текучості, хоча фізико-хімічні властивості зазнають змін.

При ступені згущення  $n \leq 2$  смак, запах, колір молока суттєво не змінюється. Якщо  $n \geq 2$ , то згущене молоко набуває солоно-солодкого смаку, ледь кремового забарвлення, але ці зміни є зворотними і на показник текучості згущеного молока не впливають.

Незалежно від ступеня згущення при випарюванні жирова фаза молока залишається у стані емульсії. Жирові кульки при концентруванні наближаються одна до одної, але не злипаються. Незворотних фізико-хімічних змін жирової фази не проходить.

Згущення випарюванням супроводжується збільшенням масової частки лактози у водній частині продукту. Залежно від розчинності при окремих значеннях  $n$  і температури випарювання можливі перенасичення і кристалізація лактози в згущеному молоці у вакуум-випарному апараті. При  $n=4$  масова частка лактози у водній частині згущеного молока становить 26,7 %. Таке насичення розчину не веде до кристалізації лактози в процесі випаровування (розчинність лактози при 60 °C складає 32 %), але при охолодженні продукту до 20 °C і нижче виникає кристалізація лактози. Проте зниження текучості при цьому не проходить.

Основний вплив на зміну в'язкості залежно від ступеня згущення мають казеїнкальційфосфатний комплекс (ККФК) і сироваткові білки. При збільшенні  $n$  масова частка ККФК у водній частині згущеного молока збільшується. Відомо, що розчини ККФК при масовій частці у водній частині більше 18–20 % втрачає текучість.

Закінчення згущення визначають за вмістом сухих речовин у згущеній суміші (або за густиною суміші). Масова частка сухих речовин наприкінці згущення залежить від способу згущення і виду продукту: згущене стерилізоване молоко – 26 %, згущене незбиране молоко перед внесенням цукрового сиропу – 33 %, суміш для сухого молока перед сушінням – 42–48 %.

## **2.2. Технологія згущених молочних консервів**

### **2.2.1. Технологія згущених молочних консервів з цукром**

Згущені молочні консерви з цукром – це продукти, які одержують з молока пастеризованого незбираного, сумішей його із знежиреним молоком, масляною або вершками шляхом випарювання з молока частини вологи і консервування цукром. В останні роки з метою розширення асортименту випускають згущені молочні консерви з наповнювачами (кавою, какао, чаєм, цикорієм, пектином).

Згущені молочні консерви з цукром мають солодкий, чистий смак, з вираженим присмаком пастеризації, без сторонніх присмаків і запахів. Для консервів з наповнювачами – виражений смак наповнювача. Для нежирних консервів допускається недостатньо виражений смак. Колір продуктів без наповнювачів білий з кремовим відтінком, з наповнювачами – від кремового до темно-брунатного. Консистенція однорідна по всій масі без відчутних кристалів лактози. Розмір кристалів лактози повинен бути 8-10 мкм. Допускається слабомучниста консистенція.

За складом згущені молочні продукти з цукром характеризуються такими показниками: м.ч.в. – 24–28 %, м.ч.ж. – 0,15–20 %, м.ч.ц. – 43,5–44,5 %,  $O_{пр} = 0,21–1,24$ . Розмір кристалів лактози повинен бути 8-10 мкм, в'язкість – 2–15 Па·с.

Мікробіологічні показники згущених молочних консервів з цукром: патогенні мікроорганізми не допускаються, коліформні бактерії не допускаються в 0,1 г продукту, сальмонели не допускаються в 25 г продукту. Загальна кількість бактерій в 1 г продукту не більше  $2,5 \cdot 10^4$  – для молока незбираного згущеного з цукром; не більше  $3,5 \cdot 10^4$  – для консервів з наповнювачами та не більше  $5 \cdot 10^4$  – для маслянки і молока згущеного нежирного.

Основним продуктом із групи згущених молочних консервів з цукром є незбиране згущене молоко з цукром в асортименті. Показник активності води продукту лежить у межах 0,84–0,85.

Молоко незбиране згущене з цукром може виготовлятися як періодичним, так і безперервним способом.

*Виробництво згущених молочних консервів з цукром періодичним способом* (рис. 2.1.) складається з таких технологічних операцій:

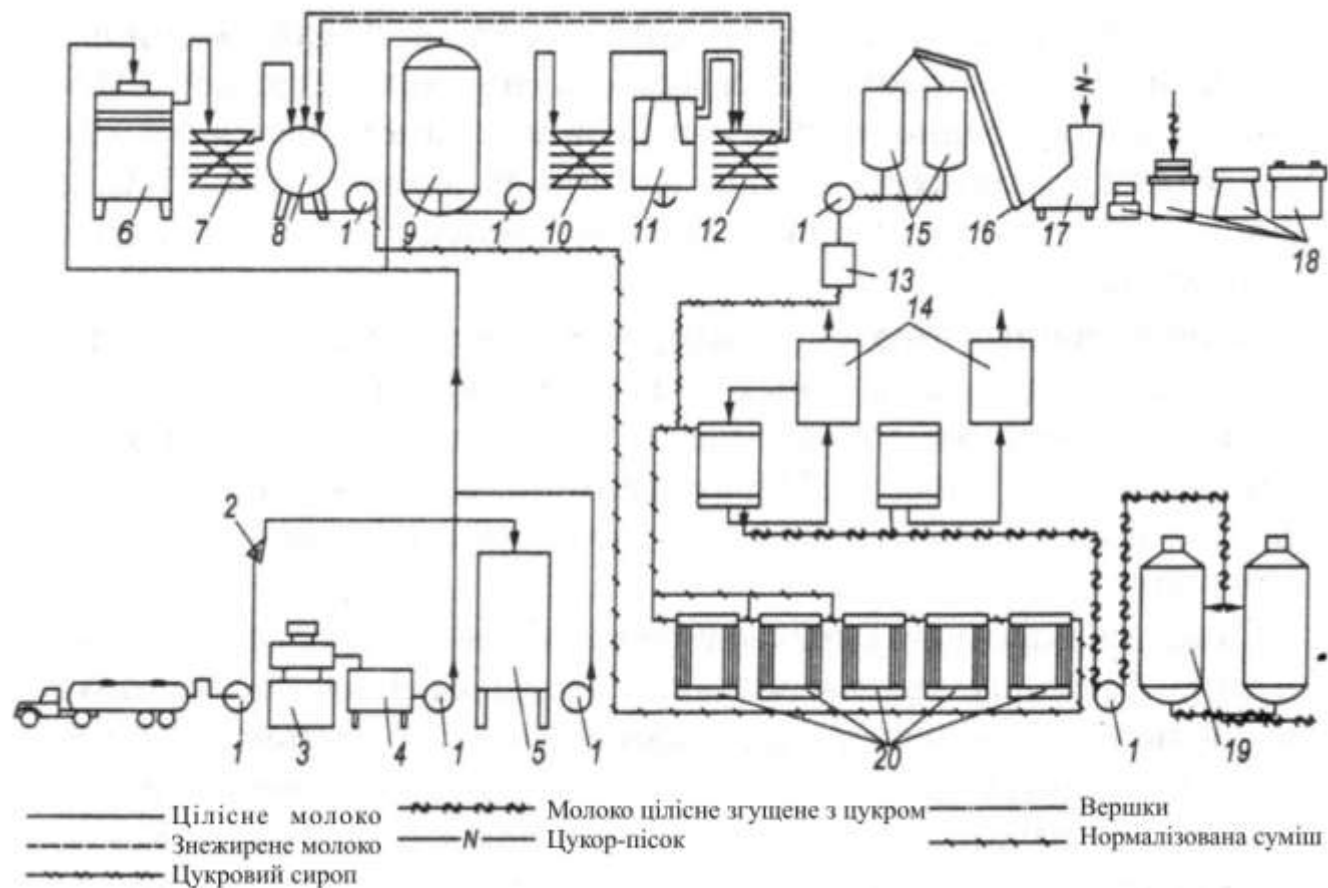
- приймання молока і оцінка його якості;
- очищення молока;
- охолодження і тимчасове резервування;
- нормалізація;
- пастеризація нормалізованої суміші;
- гомогенізація нормалізованої суміші;
- згущення випарюванням нормалізованої суміші з цукровим сиропом;
- охолодження згущених продуктів з цукром;
- фасування і маркування готового продукту.

Загальні технологічні операції виробництва згущених молочних консервів з цукром детально розписані у попередньому розділі.

Специфічними для згущених продуктів з цукром є процеси приготування і внесення цукрового сиропу, а також охолодження продукту.

**Приготування цукрового сиропу.** Консервуюча дія цукру ґрунтується на підвищенні осмотичного тиску в продукті. У виробництві згущених молочних консервів застосовують цукор, що виробляють із цукрових буряків або цукрової тростини, з масовою часткою сахарози 99,75 %, вмістом інвертного цукру не більше 0,05 %, вологи не більше за 0,14 %. Допускається використання цукру-рафінаду і рідкого цукру.





**Рис. 2.1. Апаратурно-технологічна схема виробництва молока незбираного згущеного з цукром періодичним способом:**

1 – насос; 2 – лічильник для молока незбираного; 3 – ваги для молока незбираного; 4, 8, 9 – ємності різного призначення, 5 – ємності з тензOMETричним зважуванням незбираного молока; 6 – сепаратор-молокоочишувач; 7, 10, 12 – теплообмінники різного призначення; 11 – сепаратор-вершковідділювач; 13 – фільтр для сиропу; 14 – двокорпусний циркуляційний вакуум-випарний апарат, 15 – апарат для приготування цукрового сиропу; 16 – підйомник для цукру-піску; 17 – бункер для цукру-піску; 18 – фасувально-закатувальний агрегат; 19 – вакуум-охолоджувачі; 20 – підігрівачі вакуум-випарного апарату

Сахароза в продуктах консервування молока інертна. Вона не вступає в реакції з складовими сухої речовини молока, повністю розчинна в продукті, а при концентрації 62,5–63,5 % разом із згущенням молока забезпечує активність води в продукті 0,85–0,83. При зволоженні цукру-піску знижується його якість. На гранях кристалів утворюється плівка цукрового розчину, який є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, а саме слизеутворюючих спороутворюючих *Leuconostoc dextranicum* і *Leuconostoc mesenteroides*. Поряд з іншими змінами, саме вони є причиною загустіння молочних консервів при зберіганні.

Кількість мікроорганізмів значно збільшується із збільшенням вологості:

|   |      |      |      |
|---|------|------|------|
| Масова частка води у 1 г цукру-піску, %     | 0,17 | 0,23 | 0,41 |
| Кількість мікроорганізмів у 1 г цукру-піску | 50   | 300  | 5000 |

Зволоження призводить також до інверсії сахарози. Глюкоза і фруктоза активно взаємодіють з білками молока, утворюються меланоїдини, внаслідок чого продукт набуває темного кольору.

Цукор необхідно зберігати в сухих, чистих, добре вентильованих приміщеннях при температурі 20–22 °С, відносній вологості повітря не більше 70 % (в упаковці), у бункерах – не більше 60 %. Цукор добре адсорбує сторонні запахи, тому не можна зберігати його разом з речовинами, що пахнуть. За відносної вологості повітря менше, ніж 40 %, можливий вибух цукрового пилу.

Менше зволожується цукор при безтарному постачанні та силосному зберіганні. Перспективним є постачання цукру у контейнерах місткістю 2 т.

Найекономічнішим є транспортування цукру у вигляді так званого рідкого цукру, виготовленого централізовано. Рідкий цукор має такі фізико-хімічні показники: масова частка сахарози – 99,8 %, сухих речовин – 64 %, золи – 0,3 %. Використання рідкого цукру дозволяє ліквідувати цукроварні станції.

Сироп готують у сироповарних станціях.

Цукор має високу розчинність у воді. При 95 °С в 1 частині води розчиняється 4,48 частин цукру. Масова частка сахарози у водній частині

згущених молочних консервів – 61–63,5 %. Сахароза у продукті не кристалізується ні в процесі виробництва, ні в процесі зберігання. Оптимальна концентрація цукрового сиропу 66–70 %.

Для приготування цукрового сиропу використовують питну воду, що відповідає вимогам діючих стандартів. Цукор попередньо просіюють через сита.

Основні вимоги при приготуванні цукрового сиропу – стерильність сиропу і виключення гідролізу сахарози. Щоб одержати стерильний сироп, розчин цукру у воді доводять до кипіння (102–105 °С). Витримання готового сиропу не допускається. Варіння сиропу закінчують одразу після його готовності. Час варіння розраховують так, щоб сироп був готовий за 10–15 хвилин до введення у вакуум-апарат. Перед подачею сиропу у вакуум-апарат його очищають шляхом фільтрації на сепараторах-молокоочишувачах або на фільтрах «Колоїд». Очищення сиропу на таких фільтрах у 5–15 разів ефективніше, ніж через марлю.

Сироп надходить у вакуум-випарний апарат разом з молоком або поетапно: сироп – молочна суміш – сироп. Температура сиропу при змішуванні не повинна бути нижчою за 80 °С.

**Кристалізація молочного цукру.** Згущене молоко з цукром охолоджують після згущення від 45–60 °С до 18–22 °С, що, як правило, відбувається у вакуум-охолоджувачах. Суть вакуумного охолодження полягає в тому, що воно здійснюється за рахунок віддачі теплоти продукту на пароутворення (кипіння) у розрідженому просторі. При зниженні температури на 1 °С продукт підзгущується на 0,088 %.

При виробництві згущеного молока з цукром необхідно отримати кристали розміром 10–11 мкм, які органолептично не відчутні.

При охолодженні згущеного молока з цукром вирішуються два технологічні завдання: охолодження продукту та кристалізація лактози.

Кристалізація лактози у згущеному молоці з цукром відбувається згідно з молекулярно-кінетичною теорією у дві стадії: зародження і ріст кристалів.

Зародження центрів кристалізації можна уявити як тепловий рух молекул, що спричиняє утворення молекулярних комплексів. При досягненні критичних розмірів молекулярні комплекси стають зародками, які мають здатність рости до кристалів видимого розміру. Процес виникнення зародків кристалів ґрунтується на процесі дифузії. Головною умовою для зародження центрів кристалізації є перенасичення розчину. В неохолодженому згущеному молоці молочний цукор знаходиться у стані насиченого розчину. При охолодженні продукту знижується критична енергія і швидкість руху розчинених часток, лактоза переходить із насиченого розчину в перенасичений, а далі – кристалізується.

Для масового зародження кристалів лактози необхідне швидке охолодження продукту, інтенсивна механічна дія на нього і внесення затравки.

Молоко згущене з цукром необхідно охолоджувати таким чином, щоб викристалізувалась максимальна кількість лактози. Інакше під час зберігання продукту при низьких температурах, коли знову настає насичення системи, може далі проходити кристалоутворення молочного цукру, що залишився в розчиненому стані. Внаслідок цього кристали можуть мати великі розміри.

Вплив перемішування на зародження центрів кристалізації полягає в тому, що стискання і розрідження середовища, викликане ним, сприяє додатковій флуктуації в елементарних об'ємах розчину, що посилює його турбулентність. Вона підвищує ефективність масообміну, покращує орієнтацію молекул при утворенні кристалізаційної ґратки, скоротивши індукційний період. При цьому зменшується товщина нерухомого шару біля кристалу, що росте, підвищується швидкість його утворення і росту. Із збільшенням інтенсивності та тривалості перемішування кількість дрібних кристалів у молоці згущеному з цукром зростає. При перемішуванні зі швидкістю  $16,7 \text{ c}^{-1}$  протягом 60 с в продукті утворюються кристали розміром до 15 мкм, 30 с – до 30 мкм, 15 с – до 45 мкм.

Затравка забезпечує штучне створення початкової базисної поверхні кристалізації в перенасиченому розчині. При виробництві згущених молочних

консервів з цукром використовують як затравку дрібнокристалічну рафіновану лактозу; спеціальні препарати лактози; перенасичені розчини лактози; водорозчинні високомолекулярні органічні речовини в кристалічному стані, змішані з лактозою. Для забезпечення молочноконсервних комбінатів затравкою стабільної якості організовано виробництво дрібнокристалічної рафінованої лактози.

Перед внесенням в продукт затравку необхідно прогріти в сушильній шафі при 100–105 °С протягом однієї години. Це гарантує її стерильність.

На якість затравки впливає величина її помолу: чим більше частин в одиниці маси затравки, тим ефективніша її дія на процес кристалізації. Технологічною інструкцією передбачається розмір кристалів дрібнокристалічної лактози не більше 3–4 мкм.

При виробництві згущеного молока з цукром передбачається внесення затравки у кількості не менше 0,02 %. Як затравочний матеріал можна використовувати так звану «затравочну пасту» – суспензію, яка складається з із 0,02 % сухої затравки і соняшникової олії у співвідношення 1:1 або 2:1. Соняшкову олію перед виготовленням пасти стерилізують. Перевагою використання цієї пасти є інтенсифікація масової кристалізації лактози, оскільки кожний кристал обволікається плівкою олії, що запобігає конгломерації частинок, рівномірному розподіленню по всьому об'єму апарату, збільшенню поверхні затравочного матеріалу.

У вакуум-охолоджувачах процес триває 40–60 хвилин при розрідженні 971–998 ГПа. При цьому зароджується не менше 400 тис. зародків кристалів лактози в 1 мм<sup>3</sup> продукту.

При подачі згущеного молока з цукром на охолодження в розпиленому стані, інтенсивному перемішуванні при охолодженні та внесенні затравки ріст зародків кристалів відбувається відповідно до теорії фазових переходів. Швидкість осідання речовини, що кристалізується, на гранях кристалів пропорційна квадрату різниці концентрацій. Кристали ростуть по мірі насичення. Після охолодження продукту процес кристалізації завершується,

кристали лактози збільшуються до 6–10 мкм. Важливо провести охолодження з повною кристалізацією лактози. Інакше при подальшому зберіганні можлива довільна кристалізація з утворенням великих кристалів до 20–25 мкм.

Оцінку консистенції продукту залежно від розмірів кристалів лактози і вмісту їх у 1 мм<sup>3</sup> згущеного молока з цукром наведено у табл. 2.1.

*Таблиця 2.1.*

**Консистенція продукту залежно від середнього розміру кристалів лактози та їх кількості**

| Кількість кристалів, тис.<br>у 1 мм <sup>3</sup> | Середній розмір кристалів, мкм | Консистенція      |
|--|--------------------------------|-------------------|
| 400–300  | 10–11                          | Однорідна         |
| 300–100  | 12–15                          | Слабо борошниста  |
| 100–50   | 16–20                          | Борошниста        |
| 50–25  | 21–25                          | Сильно борошниста |
| 25 і менше                                       | 25 і більше                    | Піщаниста         |

Перевагою вакуумного охолодження згущених молочних консервів з цукром є можливість регулювання складу продукту в процесі охолодження, а не після його завершення. Регулювання здійснюється зміною кінцевої температури охолодження і показника масової частки вологи в кінці його.

Після вакуумного охолодження молочні консерви з цукром повинні бути стандартними за всіма показники. Далі їх направляють на пакування.

Згущені молочні консерви з цукром пакують у різні види тари – споживчої і транспортної. Основним видом споживчої тари є металева банка № 7 масою нетто 400 г продукту, а також інші металеві банки місткістю від 115 до 3850 г, алюмінієві туби, картонні пакети з комбінованого матеріалу «пюрпак-асептик», скляна тара. Як транспортну тару для згущених консервів з цукром (крім консервів з наповнювачами і вершків) використовують бочки дерев'яні, бочки фанерно-штамповані, фляги металеві, цистерни для молока.

На дні металевої банки послідовно в один ряд штампують 5–7 знаків: М (індекс молочної промисловості), номер підприємства-виготовлювача, асортиментний номер консервів. Наприклад, молоко згущене незбиране з цукром, вироблене заводом № 25, маркується «М 2576».

На кришці металевої банки послідовно штампують 7 знаків: номер зміни – однією цифрою, дату виготовлення – двома цифрами, місяць виготовлення – двома цифрами, рік – цифрами року. Наприклад, консерви, виготовлені 13 березня 2020 року у першу зміну, маркуються «І 13 03 2020».

### **2.2.2. Особливості технології згущених молочних консервів з цукром і наповнювачами**

Основними молочними консервами цієї групи є:

- кава і какао із згущеним молоком і цукром;
- кава та какао із згущеними вершками і цукром;
- напій кавовий із згущеним молоком і цукром;
- цикорій із згущеним молоком і цукром та ін.

Ці продукти одержують за традиційною технологією згущених молочних консервів з цукром із додаванням наповнювачів.

*Кава зі згущеним молоком і цукром та кава зі згущеними вершками і цукром.* При виробництві кави зі згущеним молоком з цукром та кави зі згущеними вершками і цукром як наповнювач використовують каву натуральну або кавово-цикорійну суміш у співвідношенні 80:20. Масова частка вологи кави повинна бути не більше 4 % (при випуску з заводу) і 7 % при зберіганні протягом гарантійного терміну, загальна масова частка золи в перерахунок на суху речовину не більше 5 %, екстрактивних речовин (розчинних у воді) 20–30 %, масова частка кофеїну 0,7 %.

Нормалізують суміші з урахуванням планових показників: для кави із згущеним молоком і цукром Ж – 7,4 %, СЗМЗ – 14,0 %, Ц – 45,5 %, ВОДА –

27,5 %,  $O_{\text{пр}} - 0,528$ ; для кави із згущеними вершками і цукром: Ж – 16,5 %, СЗМЗ – 16,0 %, Ц – 38 %, ВОДА – 26 %,  $O_{\text{пр}} - 1,187$ .

У зв'язку з високим вмістом жиру в каві із згущеними вершками режим гомогенізації нормалізованої суміші рекомендується 65–70 °С і тиск 10–12 МПа.

Екстракт кави готують або в апаратах з гейзерним пристроєм, або у котлі-екстракторі, або в котлі з паровою сорочкою з наступним виділенням сиропу на фільтруючих центрифугах.

Для приготування кавового екстракту воду змішують з кавою у співвідношенні 4,5–5:1, розчин доводять до кипіння, витримують 4–5 хвилин. Підігрівання припиняють і витримують 30–40 хвилин для того, щоб кавова маса осіла на дно. Після цього розчин фільтрують або центрифугують, а осад відпресовують і виварюють другий раз. Отриманий при цьому екстракт використовують замість води для приготування наступних порцій екстракту.

При приготуванні кавово-цикорієвих сумішей на кожні 80 кг натуральної кави беруть 20 кг цикорію.

Ефективним є приготування кавово-цикорієвих сумішей у екстракторах, шляхом пропускання гарячої води через шар кави і цикорію. Це дозволяє зекономити час на приготування екстрактів та добитися безперервності їх виробництва.

Кавовий та кавово-цикорієвий екстракти вводять у вакуум-апарат після молочних компонентів і цукрового сиропу. Можливе введення частини екстракту у вакуум-охолоджувач.

З метою запобігання коагуляції казеїну при змішуванні екстрактів з молочними компонентами рН розчинів підтримують на рівні 5,2–5,6 шляхом внесення двовуглекислого натрію у вигляді 10 % водного розчину.

Фасують готовий продукт у споживчу тару – алюмінієві банки № 7, алюмінієві туби.



**Какао зі згущеним молоком з цукром та какао зі згущеними вершками і цукром.** Для какао із згущеним молоком і цукром та какао із згущеними вершками і цукром використовують як наповнювач какао-порошок. Планові показники при нормалізації какао із згущеним молоком і цукром: Ж – 7,2 %, СЗМЗ – 14,1 %, Ц – 44,8 %, ВОДА – 26,8 %,  $O_{\text{пр}}$  – 0,511; для какао із згущеними вершками і цукром: Ж – 16,0 %, СЗМЗ – 13,0 %, Ц – 39,0 %, ВОДА – 25,0 %,  $O_{\text{пр}}$  – 1,23. Гомогенізацію включено тільки у технологію какао із згущеними вершками і цукром при температурі 65–75 °С та тиску 12–15 МПа. Також рекомендують використовувати високі режими пастеризації нормалізованих сумішей – для какао зі згущеним молоком і цукром – 103–115 °С, для какао зі згущеними вершками і цукром – 95–105 °С. Затравку вносять при охолодженні у вакуум-охолоджувачі при температурах: для какао із згущеним молоком і цукром 25–30 °С, какао із згущеними вершками і цукром 20–23 °С.

Сирі боби какао піддають ферментації, потім їх обсмажують при температурі 130–140 °С, пресують для часткового усунення жиру і отриману масу подрібнюють.

У какао-порошку, який використовується у молочній промисловості, масова частка вологи повинна бути не більше 7,5 %, жиру – не менше 9 %, золи – не більше 0,2 %, ступінь подрібнення при просіюванні на ситі № 23 – не більше 3. При змішуванні какао-порошку з водою або молоком отримують суміш, яка не повинна давати осаду протягом 2 хвилин.

Для зниження в'язкості продукту рекомендують вносити солі-стабілізатори (двовуглекислий натрій) у кількості не більше 0,01 % до нормалізованої суміші або 0,025 % від маси продукту. Солі-стабілізатори вносять при приготуванні какао-цукрового сиропу.

Какао-цукровий сироп готують наступним чином. Необхідну масу цукру поділяють на три частини. З двох готують цукровий сироп, із третьої – какао-цукровий сироп. Для приготування какао-цукрового сиропу відважують масу какао-порошку. Какао ретельно перемішують з цукром-піском. Одержану

суміш засипають у сироповарний котел, доливають воду, щоб одержати 70 %-й сироп, нагрівають до кипіння, витримують 5 хвилин, фільтрують.

Також можна використовувати інший спосіб приготування какао-цукрового сиропу: із третини цукру готують цукровий сироп, далі під час кипіння сиропу вносять при безперервному перемішуванні через сито необхідну масу какао-порошку. Суміш помішують до отримання однорідної маси какао з цукровим сиропом.

Після цього готовий какао-цукровий сироп охолоджують у вакуум-охолоджувачі до температури згущеного молока, яке поступає у нього із вакуум-випарної установки.

Для більш повного збереження аромату какао готовий сироп рекомендують подавати у вакуум-охолоджувач, пропускаючи його через спеціальні фільтри. Смак і аромат продукту поліпшуються додаванням ваніліну у кількості 0,03 % від маси какао-порошку.

Фасують готовий продукт у споживчу тару – алюмінієві банки № 7, алюмінієві туби.

### ***Молоко згущене з цукром і цикорієм***

Традиційні наповнювачі – кава та какао – мають високу вартість і не рекомендовані окремим категоріям споживачів, розроблені технології виробництва згущених консервів з цукром і цикорієм, чаєм, пектином.

Загальні технологічні операції аналогічні тим, що і при виробництві згущеного молока з цукром.

Як наповнювач використовують цикорій – замітник натуральної кави, який містить велику кількість біологічно активних компонентів – природних біокоректорів та антиоксидантів, зокрема органічних кислот, фенольних сполук, інуліну та багато інших корисних елементів. Напої та екстракти на основі цикорію регулюють функціональну діяльність шлунково-кишкового тракту, покращують травлення. Їх рекомендують у лікуванні та профілактиці захворювань печінки, селезінки, нирок, також для загального зміцнення

організму та як заспокійливий засіб. Цикорій цінний тим, що, маючи смак та аромат кави, не містить алкалоїду кофеїну.

Цукровий і цикорій-цукровий сиропи готують у котлах з паровою сорочкою. Необхідну масу цукру поділяють на дві частини у відношенні 2:1. Для приготування цукрового сиропу цукор розчиняють у воді температурою 70–80 °С і потім доводять до кипіння. Перед внесенням у нормалізовану суміш його фільтрують.

Для приготування цикорій-цукрового сиропу екстракт цикорію розводять водою, вносять при перемішуванні вуглекислий натрій із розрахунку 0,2 % від маси готового продукту і повільно підігрівають до температури 70–80 °С. Суміш сильно піниться і тимчасово збільшується в 2 рази у об'ємі. Тому проводять витримку до зникнення піни при температурі 16–20 °С. При масовій частці лактози у водній частині продукту затравку вносять при температурі 31–37 °С. Фасують готовий продукт як у транспортну, так і в споживчу тару. Зберігають готовий продукт при температурі від 0 до 10 °С і відносній вологості повітря 75 % не більше 3 місяців.

### **2.2.3. Технологія згущених стерилізованих молочних консервів**

Консервування цієї групи консервів базується на принципі абіозу. Згущені стерилізовані молочні консерви виготовляють із натурального незбираного або суміші із знежиреного молока чи вершків шляхом згущення і стерилізації у тарі.

До цієї групи консервів також відносять молоко згущене стерилізоване, молоко концентроване стерилізоване, молоко нежирне стерилізоване, молоко згущене стерилізоване з кавою, молоко згущене стерилізоване з кавовим напоєм, молоко згущене стерилізоване з какао, вершки стерилізовані.

Продукти характеризуються солодкуватим-солонуватим смаком, характерним для пряженого молока чи вершків. Він обумовлений присутністю сульфгідрильних груп і фуранових сполук, а також наявністю карбонільних речовин. Кремовий відтінок продуктам надають меланоїдини, для продуктів з

наповнювачами світло-брунатний колір обумовлюють кава або какао. Консистенція продуктів однорідна, текуча. Допускається незначний осад на внутрішній стороні банки. В'язкість коливається 6–20 МПа·с, жирова фаза досить стабільна. Розмір жирових кульок 0,3–1 мкм.

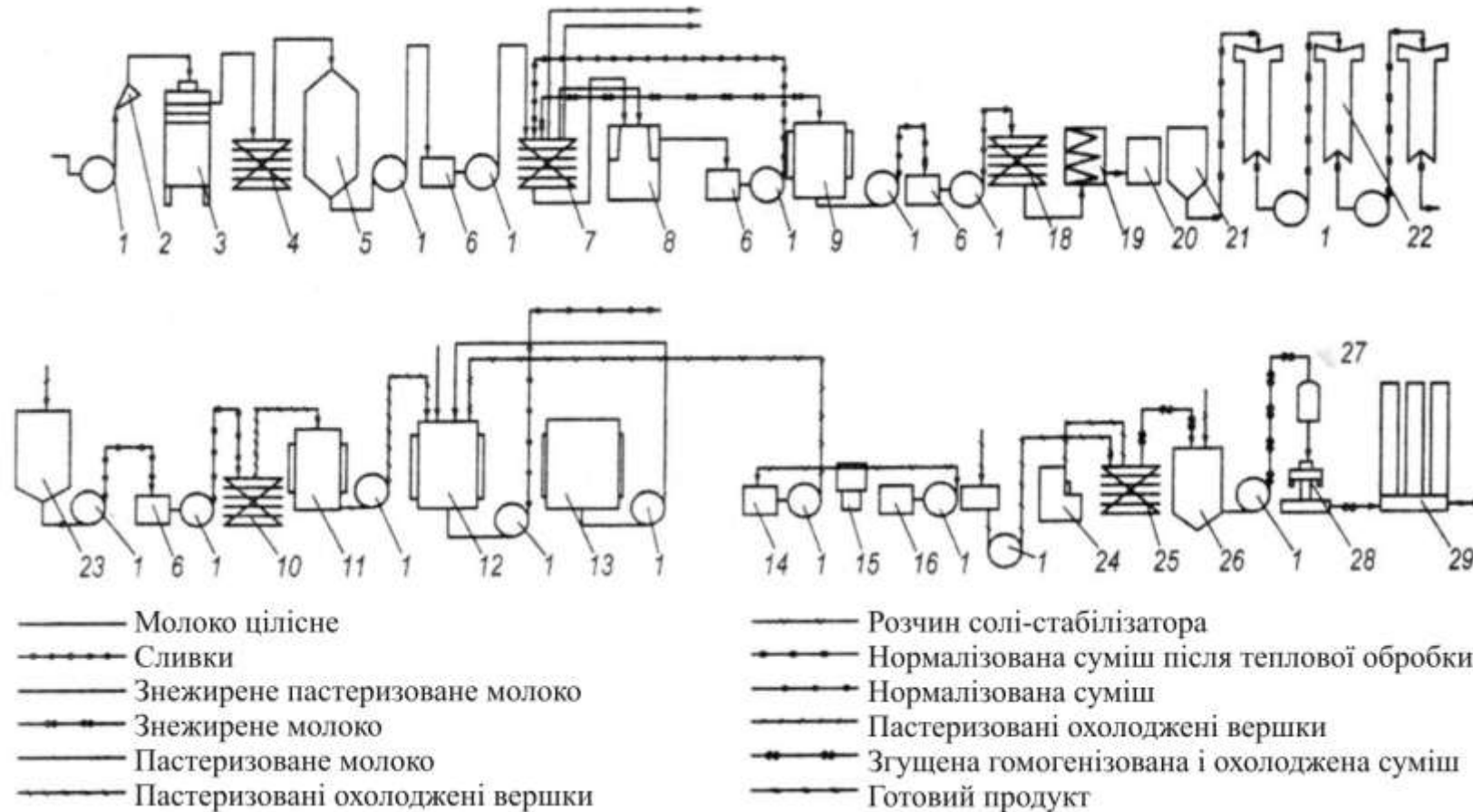
Основними видами згущених стерилізованих молочних консервів є молоко згущене стерилізоване (сухих речовин – 25,5 %, жиру – 7,8 %, кислотність – 50 °Т, в'язкість – 6–10 МПа·с) і молоко концентроване стерилізоване (сухих речовин – 27,5 %, жиру – 8,6 %, кислотність – 60 °Т, в'язкість – 10–20 МПа·с).

*Молоко згущене стерилізоване.* Послідовність технологічних операцій при виробництві згущених стерилізованих молочних консервів така: приймання молока, оцінка якості, очищення, охолодження і резервування, нормалізація молока і стабілізація сольового складу, пастеризація, згущення, гомогенізація, охолодження, фасування, стерилізація у тарі, реалізація (рис. 2.2.).

До молока, яке використовують для виробництва згущених стерилізованих молочних консервів, встановлюють додаткові вимоги. Молоко має відповідати за якістю нормативам вищого або першого ґатунку, але з вмістом соматичних клітин не більше 500 тис./см<sup>3</sup> і за термостійкістю не нижче 2 групи за алкогольною пробою.

Термостійкість молока залежить від багатьох факторів: кислотності (титрована кислотність не вище 18 °Т, рН у межах 6,4–6,6), породи корів, раціонів годування, пори року, сольового балансу та ін.

Сольовий баланс визначається відношенням між катіонами і аніонами молока, між вмістом іонів кальцію і магнію, з одного боку, і солей казеїнової кислоти, цитратів та фосфатів, з іншого. Іонна рівновага у молоці, як правило, зсунута в бік надлишку іонів кальцію. При порушенні сольового балансу система стає нестійкою і білки молока з підвищенням температури коагулюють.



**Рис. 2.2. Апаратурно-технологічна схема виробництва згущеного і концентрованого стерилізованого молока:**

1 – насос; 2 – лічильник; 3 – сепаратор-молокоочищувач; 4 – пластинчастий охолоджувач для молока незбираного; 5, 9, 11 12, 13, 23, 26 – ємності різного призначення; 6, 14, 16, 17, 27 – баки різного призначення; 7 – пластинчастий рекуператор; 8 – сепаратор-відокремлювач вершків; 10 – пластинковий охолоджувач для вершків; 15 – фільтр для фільтрування розчину солі-стабілізатора; 18 – пластинковий пастеризатор; 19 – теплообмінник для високотемпературної обробки нормалізованої суміші; 20 – витримувач; 21 – вакуум-охолоджувач; 22 – плівковий вакуум-випарний апарат; 24 – гомогенізатор; 25 – пластинковий охолоджувач для згущеної гомогенізованої нормалізованої суміші; 28 – фасувально-закатувальний агрегат; 29 – гідростатичний стерилізатор

Для відновлення сольової рівноваги використовують солі-стабілізатори. Як солі-стабілізатори використовують суміш, що складається з натрієвих і калієвих солей фосфорної та лимонної кислот, взятих у тому самому співвідношенні, що й у натуральному молоці. Ці солі легко розчиняються, не змінюють смаку продукту. Солі-стабілізатори позитивно впливають на консистенцію і стійкість продукту при зберіганні. Доза солі-стабілізатора залежить від термостійкості кожної партії молока і коливається в межах 0,05–0,40 % від маси нормалізованої суміші. За технологічною інструкцією солі-стабілізатори вносять у два прийоми: в сире молоко одночасно із знежиреним молоком чи вершками і у згущену, гомогенізовану та охолоджену суміш – за результатами пробної стерилізації.

Нормалізація молока здійснюється знежиреним молоком або вершками з урахуванням величини  $O_{пр}$ .

Перед згущенням нормалізовану суміш із частиною солей-стабілізаторів пастеризують на першому ступені при 88–90 °С, на другому – при 130 °С з витримкою 30–60 с, далі суміш охолоджують до 86–88 °С і направляють у плівкову вакуум-випарну установку. Температури кипіння молока у вакуум-апараті за корпусами: перший – 78–80 °С, другий – 65–67 °С, третій – 48–54 °С.

Кратність концентрування згущенням невисока (2,2–2,4), що зумовлено необхідністю забезпечення термостійкості суміші на стадії стерилізації. На виході з вакуум-випарної установки продукт текучий, утворення нової структури ККФК не відбувається, забезпечується висока ефективність теплової обробки і максимальне збереження вихідних властивостей молока.

Згущена суміш при досягненні відповідного вмісту сухих речовин підігрівається до 72–76 °С і гомогенізується при тиску на першому ступені – 17–19 МПа, на другому – 2,5–3,5 МПа. Гомогенізація підвищує в'язкість продукту. При такій обробці швидкість відстоювання білково-жирового шару знижується і при зберіганні розшарування продукту не спостерігається. Далі суміш охолоджують до температури 4 °С для закінчення стабілізації сольового складу. Згущену молочну суміш фасують у металеві банки № 7. Обов'язково

перевіряють герметичність закупорювання банок. Далі фасований продукт направляють на стерилізацію у роторний або гідростатичний стерилізатор.

Вимоги до режимів теплової стерилізації: забезпечення високої ефективності дії на мікроорганізми і ферменти за мінімальних змін складових частин молока і максимального збереження його харчової і біологічної цінності.

Режими стерилізації вибирають із врахуванням термостійкості мікрофлори, фізико-хімічних властивостей продуктів і швидкості проникнення тепла до центру банки.

Для досягнення необхідного ефекту стерилізації температура в гідростатичних і роторних стерилізаторах становить 116–117 °С, витримка 15–17 хв. Температура води у зоні підігрівання повинна бути 90–98 °С протягом 20–40 хв., температура охолодження продукту повинна бути 20–40 °С протягом 14–17 хв.

З метою зниження режимів стерилізації додають антибіотик нізін, який скорочує тривалість стерилізації. Його дія направлена на порушення обміну речовин у мікроорганізмів та інактивації ферментних систем. Нізін нетоксичний, покращує смак продукту. Його доза – 100 одиниць на 1 г продукту або 40 г препарату на 1 туб при активності не нижче 1000000 одиниць в 1 г.

### ***Молоко концентроване стерилізоване***

З метою збереження ККФК в колоїдному стані, а сироваткових білків – у розчині, як сировину використовують молоко незбиране з кислотністю не вище 18 °Т. Режими загальних технологічних операцій практично не відрізняються від технології молока згущеного стерилізованого. Температура води в зоні підігрівання повинна бути 75–85 °С. Також при виробництві концентрованого молока більш поширеним є додавання антибіотика нізину.

#### 2.2.4. Вади згущених молочних консервів

Усі молочні консерви мають певні органолептичні властивості, в тому числі виражені або специфічні, характерні для даного продукту. Відхилення від нормальних органолептичних показників продукту при зниженні їх якості чи псуванні називаються вадами.

При повному дотриманні режимів і параметрів технологічного процесу, а також встановлених умов зберігання молочні консерви зберігають якість, що відповідає стандартним вимогам, протягом гарантійного терміну зберігання. Зміна якості та псування продуктів консервування молока може проходити під впливом низки факторів.

Таблиця 2.2.

#### Основні вади згущених молочних консервів і заходи їх запобігання та усунення

| Вада                                    | Причина виникнення   | Заходи запобігання та усунення   |
|---|--|--|
| 1                                       | 2  | 3  |
| <i>Вади біохімічного походження</i>     |  |  |
| Прогіркання згущених продуктів з цукром | Ліполіз жиру внаслідок тривалого зберігання сирого молока, недостатня температура пастеризації (нижче 95 °С). Наявність ліполітичних мікроорганізмів у консервах у результаті вторинного обсіменіння при фасуванні | Пастеризація молока зразу ж після приймання при температурі 72–74 °С і зберігання пастеризованого охолодженого молока. Основну теплову обробку проводити при температурі 95–105 °С. Відділення фасування ізолювати від сироповарного відділення. Бактерицидними лампами обробляти тару і повітря фасувального приміщення |
| Нечистий смак                           | Протеоліз білків у сировині та згущених молочних консервах   | Пастеризувати нормалізовану суміш при температурі не нижче 90 °С   |



Продовження таблиці 2.2.

| 1  | 2   | 3   |
|--|---|---|
| <b>Вади хімічного походження</b>         |   |   |
| Потемніння готового продукту             | Проходить реакція мелаїдиноутворення в умовах довготривалого зберігання молочних консервів при температурі вище 20 °С | Зберігати консерви при температурі не вище 20 °С. Уникати інверсії лактози при приготуванні цукрового сиропу; вносити в готовий сироп інгібітори окиснення (токоферол, аскорбінову кислоту або їх суміші) |
| Карамелізація згущених продуктів         | Підвищена інтенсивність теплової обробки при стерилізації. Додавання харчової соди для розкислення молока             | Проводити стерилізацію при оптимальних температурах згідно технологічної інструкції. Перевіряти молоко на наявність харчової соди   |
| Загустіння згущених продуктів з цукром   | Порушення сольової рівноваги. Підвищення СЗМЗ в продукті  | Підвищення температури теплової обробки до 105–107 або 125–130 °С. Внесення солей-стабілізаторів в кількості 0,008–0,01 % від маси молока   |
| Слабий кормовий присмак                  | Введення цукрового сиропу після згущення, наявність у продукті інвертованого цукру більше 1 %                         | Введення цукрового сиропу одночасно з подаванням молока у вакуум-випарний апарат або зразу після наповнення вакуум-випарного апарату  |
| <b>Вади мікробіологічного походження</b> |   |   |
| Загустіння                               | Вторинне обсіменіння продукту мікроорганізмами (при фасуванні)  | Строго дотримуватись санітарно-технологічних умов виробництва продуктів, правильна підготовка тари.   |

Продовження таблиці 2.2.

| 1             | 2   | 3  |
|---------------|---|--|
| Поява плісені | Бактеріальне забруднення, попадання в продукт плісень <i>Catenularia fuliginea</i> і <i>Aspergillus glaucum</i> при фасуванні | Використовувати сорбінову кислоту (0,02–0,05 %), нізин (40 г на туб). Уникати контакту робітників цеху фасування та робітників сироповарного відділення, проводити УФ-оброблення повітря і тари. Фасувати і закатувати банки під вакуумом. Зберігати продукт при температурі не вище 20 °С |
| Нечистий смак | Переробка молока зі слабокормовим і кормовим присмаком; введення цукрового сиропу після згущення                              | Направляти на переробку сировину із сторонніх присмаків і запахів  |
| Бомбаж        | Попадання у продукт дріжджів і гнильної мікрофлори  | Концентрація сахарози в продукті повинна бути не нижче 62,5 %. При фасуванні уникати контакту готового продукту з повітрям. Дотримуватись умов зберігання цукру  |
| Згортання     | Розвиток спороутворюючих бактерій   | Теплову обробку проводити при високих температурах. Використовувати нізин при виробництві стерилізованих продуктів   |

### 2.3. Технологія сухих молочних консервів

Сухі молочні консерви – це група продуктів, що одержують шляхом висушування нормалізованих молочних сумішей, знежиреного молока, маслянки, їх сумішей з добавками чи без них.

Метод консервування, що лежить в основі одержання сухих молочних консервів, – ксероанабіоз.

Основними сухими продуктами є молоко незбиране з масовою часткою жиру 20 і 25 %, а також молоко сухе знежирене. В останні роки виробляють молоко сухе незбиране швидкорозчинне, сухі багатокомпонентні суміші (суміші для морозива, пудингів та ін.), сухі вершки, сухі високожирні вершки, сухі кисломолочні продукти, сухі молочні продукти для дитячого і дієтичного харчування, сухі замітники незбираного молока. Також ширше виготовляють сухі маслянку та сироватку.

Сухі молочні консерви є сипучими порошками. Чим менше співвідношення Ж/СЗМЗ, тим краща сипкість порошку, повніша змочуваність, менша здатність налипати на стінки сушарки. Відношення  $J_{\text{пр}}/CЗМЗ_{\text{пр}}$  у сухих консервах змінюється від 0,196 (для сухого молока з масовою часткою жиру 15 %) до 3,3 (для сухих високожирних вершків). Масова частка сухих речовин у сухих продуктах 93–98,5 %, вологи – 1,5–7 %. Це забезпечує їм високу транспортабельність.

Частки сухих продуктів, одержаних на розпилювальній сушарці мають кулясту форму. У продуктів, одержаних на контактній сушарці, форма часток грудкоподібна. Частки сухого швидкорозчинного молока мають форму агломератів. Розмір часток залежить від структури і місця нагромадження. Частки циклонної фракції мають розміри 20 мкм, камерної – 50, агломеровані – 100–250 мкм і більше. Безперервною фазою часток є лактоза. У продуктах міститься повітря як між частками, так і усередині них. Масова частка повітря (10–60 %) залежить від кратності згущення і способу сушіння.

Продукти з частками у формі агломератів характеризуються більш високою швидкістю розчинності. Розчинність є нормованим показником сухих молочних продуктів. Вона залежить від способу сушіння: при розпилювальному сушінні розчинність становить 0,2–0,3 см<sup>3</sup> сирого осаду, при плівковій – 1,5–2. Чим менший об'єм осаду, тим вища повнота розчинення.

Для сухих продуктів масова частка солей важких металів становить не більше: міді 0,0008 %, олова 0,01 %. Наявність свинцю не допускається. У всіх сухих продуктах не допускається наявність патогенної мікрофлори. Загальна кількість мікроорганізмів (у тис. в 1 г продукту) не повинна перевищувати 50–70.

**Теоретичні основи і способи сушіння молочних продуктів.** Всі технологічні операції при виробництві сухих молочних консервів можна поділити на дві групи : технологічні операції обробки сировини до сушіння (їх здійснюють як і при виробництві згущених молочних консервів) і технологічні операції після згущення (сушіння, охолодження сухого продукту, фасування і упакування готового продукту).

Сушіння є специфічною операцією, суть якої полягає у видаленні води з продукту.

У молочній промисловості використовуються декілька способів сушіння: розпилювальний, плівковий, сублімаційний, у стані піни, у киплячому шарі.

При **розпилювальному сушінні** продукт розпилюється і висушується в атмосфері гарячого повітря. Зневоднення продукту виникає як наслідок випаровування вологи з поверхні дрібних крапель молока. Розпилювальне сушіння найчастіше вживається у молочній промисловості, воно дозволяє одержати продукт високої розчинності. Згущене молоко можна розпилювати за допомогою відцентрових дискових або форсункових розпилювачів.

Розпилювальне сушіння здійснюється на розпилювальних сушарках. Молоко розпилюється у верхній частині сушарки. В зону розпилення молока подають гаряче повітря (160–180 °С). Висока швидкість сушіння зумовлена високою сумарною поверхнею крапель молока (за величини краплі 30–80 мкм загальна поверхня – 100–150 м<sup>2</sup> на 1 л молока). При швидкому випарюванні вологи температура повітря в зоні розпилення знижується до 75–95 °С, тому продукт не підлягає сильній тепловій дії.

До недоліків розпилювальних сушарок слід віднести високу вартість обладнання, великі енерговитрати і габарити, зокрема їх висота перевищує 12 м.

У процесі *плівкового* (вальцьового або контактного) сушіння продукт розподіляється тонким шаром на гарячій поверхні, в результаті чого він закипає і швидко висихає.

При плівковому способі сушіння продукт контактує з гарячою поверхнею, що призводить до денатурації сироваткових білків, погіршує його колір і консистенцію, знижує розчинність. Переваги вальцьових сушарок полягають у тому, що вони потребують невеликих витрат пари і мають порівняно малі габарити. Здебільшого на них одержують сухі продукти з вторинної молочної сировини.

*Сублімаційне сушіння* – це зневоднення продукту шляхом випаровування вологи з твердого стану (льоду), минаючи рідкий. Це висушування заморожених продуктів у вакуумі.

Сублімаційне сушіння є найбільш енергомістким. Проте якість сухих продуктів, одержаних таким способом, найвища. Продукти зберігають структуру, смак, вітаміни. За допомогою сублімаційного сушіння виготовляють закваски, бактеріальні препарати, кисломолочні продукти.

*Сушіння у стані* піни здійснюється шляхом введення газу під тиском 15 МПа у підзгущене молоко. Газ і продукт змішуються у відношенні 5:1.

*Сушіння у киплячому шарі*. Через прошарок часток сухого продукту пропускають повітря з температурою 80–90 °С. Частки втрачають контакт, перемішуються, утворюється киплячий шар.

### **2.3.1. Технологія незбираного сухого молока**

Сухе незбиране молоко виробляють з масовою часткою жиру 20 і 25 %. Вологи не більше 4 % при розпилювальному сушінні і герметичному упакованні, не більше 7 % при негерметичному. Індекс розчинності (см<sup>3</sup> сирого осаду) не більше 0,2 ( у продукті 25 %-ої жирності у споживчій тарі), 0,3 – для

вищого, 0,4 – для першого сортів (у продукті 20 і 25%-ої жирності в транспортній тарі). Кислотність залежить від масової частки жиру та виду тари і не перевищує 19–21 °Т.

Молоко нормалізують, виходячи з такого планового складу продукту: для 25%-го сухого молока – 3 % вологи, 26,1 % жиру; 70,9 % сухого знежиреного залишку,  $O_{np} = 0,368$ ; для 20 %-го сухого молока – 3 % вологи, 21,1 % жиру, 75,9 % сухого знежиреного залишку,  $O_{np} = 0,278$ .

Для виробництва сухих молочних консервів використовується така сировина: молоко коров'яче не нижче другого гатунку, вершки з масовою часткою не більше 40 % і кислотністю плазми не більше 26 °Т, отримані з молока коров'ячого не нижче 2 гатунку, молоко знежирене кислотністю не більше 20 °Т, маслянку, отриману при виробництві несоленого солодковершкового масла.

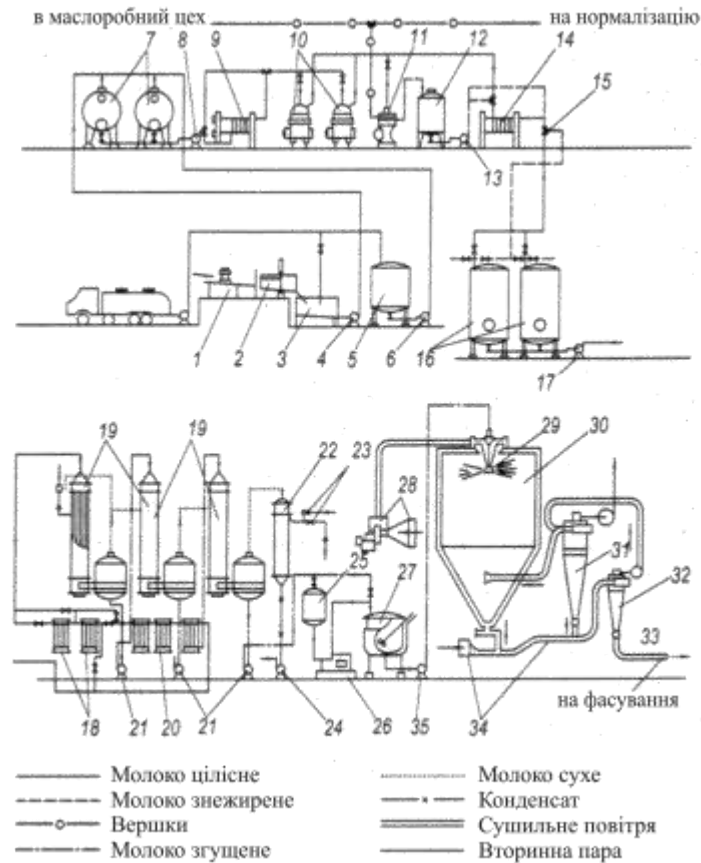
Технологія сухого незбираного молока включає загальні технологічні операції для молочних продуктів консервування та особливі – сушіння, охолодження і фасування (рис. 2.3.).

Нормалізовану суміш перед випарюванням нагрівають гострою парою температурою 140 °С з наступним охолодженням. Далі нормалізована суміш подається на згущення.

Для згущення молока використовують багатокорпусні вакуум-випарні апарати з падаючою плівкою або циркуляційні апарати.

Температура кипіння молока у вакуум-випарних апаратах має бути у межах, зазначених у табл. 2.3.

Оптимальний ступінь згущення продукту перед сушінням – концентрація сухих речовин 46–48 %. При використанні плівкових вакуум-апаратів можна збільшити концентрацію сухих речовин до 50–52 %, що дозволяє підвищити продуктивність розпилювальної сушарки на 20 %.



**Рис. 2.3. Апаратурно-технологічна схема виробництва молока незбираного сухого:**

1 – рольганг; 2 – ваги для молока; 3 – бак приймальний; 4 – насос для молока; 5 – ємність з тензOMETричним пристроєм для зважування молока; 6, 8, 13, 17, 21, 24, 35 – насоси; 7, 16 – ємності для зберігання молока; 9 – підігрівач пластинковий; 10 – молокоочищувач відцентровий; 11 – сепаратор-відокремлювач вершків; 12 – ємність для зберігання знежиреного молока; 14 – охолоджувач пластинковий; 15 – лічильник для знежиреного молока; 18 – підігрівачі трубчасті для остаточного нагрівання молока (здвоєні); 19 – вакуум-випарний апарат плівковий треступінчастий; 20 – підігрівачі трубчасті для попереднього нагрівання молока; 22 – конденсатор; 23 – пароежекторний блок; 25 – бак проміжний; 26 – гомогенізатор; 27 – ємність проміжна з помішувачем; 28 – калорифер; 29 – розпилюючий диск; 30 – сушарка розпилювальна; 31 – циклон основний; 32 – циклон розвантажувальний; 33 – видача продукту на фасування; 34 – пристрій для охолодження сухого молока

**Температура кипіння молока у вакуум-випарних апаратах різних конструкцій, °С**

| Номер корпусу | Тип вакуум-випарного апарата |                 |                            |
|---------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|
|               | З подаючою плівкою           |                 | Циркуляційний двокорпусний |
|               | трикорпусний                 | чотирикорпусний |                            |
| 1             | 72–74                        | 74–80           | 68–70                      |
| 2             | 60–70                        | 68–73           | 50–52                      |
| 3             | 46–48                        | 56–62           | –                          |
| 4             | –                            | 42–46           | –                          |

Далі згущену суміш гомогенізують при температурі, з якою вона виходить із вакуум-апарата, і відповідному тиску: на одноступеневому гомогенізаторі 10–15 МПа, на двоступеневому гомогенізаторі на I ступені – 11,5–12,5 МПа, на II ступені – 2,5–3 МПа.

Гомогенізована згущена профільтована суміш висушується в сушильній камері розпилювальної сушарки при температурі 165–180 °С або 140–170 °С.

Температура повітря не повинна перевищувати зазначених показників, оскільки через перегрівання змінюються колір, смак сухого молока, знижується його розчинність. Крім цього, можуть створитися умови для самозаймання порошку. Критична температура самозаймання сухого незбираного молока 166 °С і залежить від товщини шару продукту.

Сушильну башту слід чистити через кожні 18 годин безперервної роботи за допомогою струменя стиснутого повітря.

Для охолодження сухого продукту використовують два способи: охолодження в процесі пневмотранспортування (протягом декількох секунд температура знижується від 25–35 °С до 9 °С) та охолодження на перфорованій вібропластині.

Охолодження продукту сприяє зменшенню вмісту вільного жиру. В результаті тривалої дії високих температур, які перевищують точки плавлення



молочного жиру, частина оболонки жирових кульок руйнується, що підвищує вміст вільного жиру (в молоці вдвічі, у вершках утричі).

Сухе молоко, охолоджене до 15–20 °С, нагромаджують у бункерах, після чого його спрямовують на фасування.

Залежно від їхнього виду сухі продукти фасують у споживчу (металеві банки, комбіновані жерстяно-картонні банки, картонні пачки з внутрішніми герметичними пакетами з алюмінієвої фольги, паперу, лавсану) або транспортну (фанерно-штамповані бочки, мішки, дерев'яні або картонні ящики з вкладишами з поліетилену) тару. Ангідридний стан лактози в продукті надає йому високих гігроскопічних властивостей. Тому матеріал тари для сухих молочних консервів має бути нетоксичним, світло-, газо-, паро-, водонепроникним, не мати сторонніх запахів.

Для запобігання окиснювальним процесам сухе молоко рекомендують фасувати в атмосфері азоту чи суміші азоту і вуглекислого газу.

Термін зберігання сухого незбираного молока – 6 місяців.

Асортимент сухого незбираного молока розширюється шляхом зменшення масової частки жиру на одиницю СЗМЗ (молоко сухе пониженої жирності, молоко сухе «Домашнє»), заміни частини молочного жиру на рослинний, заміни частини сухих речовин солодовим екстрактом та ін.

Ці різновиди сухого молока виготовляють за технологією сухого незбираного молока. Особливістю технології молока сухого з солодовим екстрактом є змішування його з нормалізованою сумішшю перед пастеризацією. При виробництві сухого молока із використанням рослинних жирів їх вносять у згущене до 43–45 % сухих речовин молоко при температурі 55–60 °С перед сушінням.

### 2.3.2. Особливості технології молока незбираного сухого швидкорозчинного

Молоко сухе незбиране швидкорозчинне володіє високою швидкістю розчинення і легко може бути відновлене. Найчастіше виготовляють сухе незбиране і знежирене швидкорозчинне молоко.

Особливості технології сухого незбираного швидкорозчинного молока – отримання продукту з капілярно-пористою структурою частинок і високою здатністю до змочування.

Таблиця 2.4.

#### Порівняльна оцінка властивостей сухого незбираного і швидкорозчинного молока

| Показник   | Молоко сухе незбиране  | Молоко сухе швидкорозчинне |
|--|------------------------|----------------------------|
| Змочуваність, с<br>при 20 °С<br>при 40 °С                  | Понад 300<br>Понад 300 | 40–60<br>10–15             |
| Відносна швидкість розчинення, %<br>при 20 °С<br>при 40 °С | 10–15<br>15–30         | Не менше 60<br>80–95       |
| Середній лінійний розмір частинок, мкм                     | 20–40                  | До 450                     |
| Сипучість, г·с <sup>-1</sup>                               | 2–3                    | 5–6                        |

Перша властивість досягається шляхом агломерації висушених частинок, друга – внесенням емульгаторів (харчові соєві фосфатидні концентрати та ін.). Масова частка емульгаторів не повинна перевищувати 0,5 %. Загальні технологічні операції – приймання сировини і оцінка її якості, очищення, охолодження, резервування, нормалізація, теплова обробка, згущення і гомогенізація нормалізованих сумішей – не відрізняються від технологічних операцій виробництва сухого незбираного молока. Відмінність полягає у процесі сушіння.

Виробляють швидкорозчинні сухі продукти на розпилювальних сушарках з подальшою агломерацією часток.

Розчинність сухих порошоків залежить від розміру часток. У сухому молоці розпилювального сушіння частки мають розмір 25–125 мкм. При розчиненні частки зволожуються нерівномірно, на їхній поверхні може утворитися жирова плівка, яка заважає їхньому зволоженню. З метою надання продукту швидкої розчинності застосовують агломерування часток і введення поверхнево-активних речовин. Техніка агломерування полягає у напиленні молока на дрібні частки з подальшим висушуванням у киплячому шарі. Всередині агломератів утворюється розгалужений капілярно-пористий простір. Така структура збільшує розчинність порошку.

Відомі два основні способи одержання сухого швидкорозчинного молока: двоступеневий і одноступеневий.

При двоступеневому способі продукт виготовляють у дві стадії. На першій – розпилювальним способом виробляють сухе незбиране молоко, на другій його подають в інстантайзер, де порошок зволожується до 6–8 % вологості. В процесі зволоження і повторного висушування лактоза переходить з ізоморфного стану в кристалічний, у результаті чого структура продукту і розмір його часток змінюються. При цьому утворюються кристали лактози до 1 мкм, а частки порошку склеюються в агломерати розміром 250–1000 мкм.

При одноступеневому способі частки сухого молока агломеруються безпосередньо у сушильній башті. Сухе молоко з вмістом вологи 8–10 % направляється в інстантайзер.

Сухе швидкорозчинне молоко аналогічно сухому незбираному фасують у споживчу тару. Готовий продукт зберігається протягом 6 місяців.

### **2.3.3. Технологія сухих вершків**

Сухі вершки містять не менше 44 % жиру, 4 % вологи. Індекс розчинності для першого сорту – 0,2, для вищого – 0,6 см<sup>3</sup> сирого осаду. Кислотність

відновлених вершків з масовою часткою сухих речовин 14–17 % повинна бути не більше 70 °Т.

Продукт виготовляють за технологією сухого незбираного молока. Сировиною є вершки, кислотність яких не більша 20 °Т. Особливості технології полягають у тому, що для нормалізації використовують вершки до отримання  $O_{np} = 0,8055$ . Нормалізовану суміш пастеризують при температурі 85–87 °С без витримки, потім згущують до масової частки сухих речовин 42–46 %. Згущену нормалізовану суміш гомогенізують при 55–60 °С і тиску 5–6 МПа. Сушіння і фасування здійснюють як і при виробництві сухого незбираного молока. Також можна вносити вітамін С як антиокиснювач.

Також виготовляють сухі високожирні вершки, які містять 75 % жиру, 2 % вологи. За структурою сухі високожирні вершки – це сфероподібні частки діаметром 14–45 мкм, вкриті білковою оболонкою.

Вихідною сировиною для виробництва продукту є високожирні вершки, які нормалізують незбираним або знежиреним молоком.

Показники при нормалізації сухих високожирних вершків: жиру – 76 %, СЗМЗ – 23 %, вологи – 1 %,  $O_{np} = 3,3$ .

Теплову обробку нормалізованої суміші здійснюють при температурі 95–97 °С без витримки. Суміш згущують до масової частки сухих речовин 45–50 %, гомогенізують при температурі 58–60 °С і тиску 5–6 МПа, далі сушать на розпилювальній сушарці гарячим повітрям з температурою 140–160 °С (на виході – 75–80 °С). Як антиокиснювач додають вітамін С. Фасують у транспортну тару. Сухі високожирні вершки використовують для виробництва відновленого масла.

#### **2.3.4. Особливості технології сухих кисломолочних продуктів**

Сухі кисломолочні продукти можна виготовляти розпилювальним або сублімаційним сушінням.

Відомі такі види сухих кисломолочних продуктів розпилювального сушіння: простокваша, простокваша дієтична, ацидофільне молоко, кефір, сметана, сир.

Молочні суміші для сухих простокваші, кефіру й ацидофільного молока за складом не відрізняються від суміші для сухого незбираного молока, нормативна величина  $O_{пр} - 0,368$ .

Технологія їх відрізняється від технології сухого незбираного молока лише тим, що у згущену нормалізовану суміш вносять закваски чистих культур молочнокислих бактерій відповідно до виду продукту. Склад закваски для сухої звичайної простокваші: болгарська паличка, термофільний стрептокок, доза закваски 5 %; для сухої дієтичної простокваші: ацидофільна паличка, термофільний стрептокок, мезофільні стрептококи, доза закваски 15–20 %; для кефіру – 5–10 % грибкової кефірної закваски; для ацидофільного молока – 5–10 % закваски ацидофільної палички. Закваску вносять у згущену нормалізовану суміш при температурі 37–45 °С. Режими сушіння для сухих кисломолочних продуктів встановлюють більш м'які: температура гарячого повітря на вході 140 °С, у зоні розпилення 50–55 °С, на виході – 60–65 °С. Готовий продукт фасують у металеві або комбіновані банки.

Вживають сухі кисломолочні продукти розпилювального сушіння після відновлення і сквашування. Тривалість сквашування при температурі 37–45 °С не більше 7 годин.

Сухі кисломолочні продукти сублімаційного сушіння виготовляються у такому асортименті: ацидофільна паста в асортименті, йогурт в асортименті, Мечниківська простокваша, сир.

Сировиною для виробництва цієї групи продуктів є кисломолочні продукти, які одержують за загальноприйнятою технологією.

Технологічний процес виробництва кисломолочних продуктів сублімаційного сушіння здійснюється у такій послідовності: приймання молока, очищення, нормалізація, пастеризація, гомогенізація, охолодження до температури заквашування, заквашування, сквашування, оцінка якості готового

продукту, заморожування, сублімаційне сушіння, фасування, маркування, зберігання.

На сушіння направляють кисломолочні продукти, що зберігалися не більше 12 годин при температурі не вище 8 °С.

Перед сушінням їх заморожують у швидкозаморожувальних апаратах до температури -20—25 °С, попередньо розливши їх на листи шарами 5–6 мм.

Заморожені продукти завантажують у сублімаційну сушарку і створюють у ній розрідження 0,133–1,33 Па. Початкова температура підігрівання 50–70 °С. У процесі сублімаційного сушіння температура продукту в центрі шару 18–20 °С. Тривалість сушіння приблизно 1 год.

Продукти фасують у металеві банки або пакети з комбінованого матеріалу. Пакування слід проводити в середовищі азоту з попереднім вакуумуванням. Масова частка вологи в продукті не більше 4 %. Зовнішній вигляд сухих кисломолочних продуктів сублімаційного сушіння – частки різної форми і розмірів, які легко розсипаються при механічній дії. Продукти після змішування з водою і витримки 20 хв. для набухання можна вживати.

Для виробництва сухого сиру сублімаційного сушіння використовують жирний, напівжирний або нежирний сир. Продукт заморожують у субліматорі до -8—12 °С, за товщини шару сиру 10–12 мм температура у кінці сушіння 40–45 °С для жирного, 55–60 °С для напівжирного і знежиреного сиру. Тривалість сушіння 4–5 годин.

Сухий сир сублімаційного сушіння має вигляд гранул різної форми і білого кольору. Смак і запах – характерні для сиру. Для відновлення сир заливають теплою водою (30–40 °С) у відношенні 1:2 і залишають для набухання на 15 хв.

### **2.3.5. Технологія сухих багатокomпонентних сумішей**

До цієї групи входять суміші сухі для різних видів морозива (пломбір, вершкового, вершково-білкового, вершково-шоколадного, вершково-кавового та ін.) і суміші сухі для пудингів. Сухі суміші містять масову частку вологи не

більшу 4 %, масову частку жиру від 11 до 41,7 %, кислотність становить 24 °Т (для вершково-білкового морозива – 29 °Т), індекс розчинності – не більший 0,7 см<sup>3</sup>.

Нормалізовану суміш згущують у вакуум-випарному апараті до масової частки сухих речовин 36–37 %, додають цукровий сироп і продовжують процес до масової частки сухих речовин 46–48 %. При виробництві сухої суміші для вершкового морозива і пудингу з використанням цукрової рафінованої пудри згущення ведуть без цукру до масової частки сухих речовин 40–43 %. Після цього суміші сушать (рис. 2.4.).

Оскільки до складу сумішей входять згідно рецептури солі-стабілізатори, крохмаль, какао, кава, агар або агароїд, цукор, то особливістю технології є підготовка цих компонентів.

З метою покращення консистенції морозива в нормалізовану суміш перед згущенням вносять солі-стабілізатори: фосфорнокислий двозаміщений натрій або лимоннокислий трьохзаміщений натрій в кількості 0,4 % від маси сухої суміші у вигляді 25 % -го водного розчину.

Цукровий сироп готують у сироповарних котлах з паровою сорочкою. Розчин цукру нагрівають, безперервно поміщуючи, доводять до кипіння, фільтрують і подають в вакуум-випарний апарат.

При виробництві сумішей для вершкового морозива та пудингу цукор просіюють, розмелюють до консистенції цукрової пудри і разом з крохмалем шаром 0,01–0,02 м, який рухається повільно транспортером, обробляють бактерицидними лампами.

Цукор можна вносити різними способами:

- у вигляді цукрового сиропу у згущену суміш (сухі суміші для морозива пломбір, вершково-білкового та ін.);
- у вигляді цукрової пудри у суху молочну основу
- комбінована суміш – частину цукру (20 %) вносять у вигляді сиропу в згущену суміш, а решту додають до сухої основи у вигляді цукрової пудри.

Картопляний або кукурудзяний крохмаль заварюють у ванні довготривалої пастеризації з помішувачем і паровою сорочкою. Для цього у ванну заливають необхідну масу нормалізованого молока або води із розрахунку 20 кг на 1 кг крохмалю і нагрівають до температури 95 °С протягом 10 хвилин до отримання суспензії текучої консистенції. Далі отриману суміш фільтрують.

Какао-цукровий сироп і екстракт кави готують так як при виробництві згущених консервів з наповнювачами.

Аскорбінову кислоту вносять з метою підвищення стійкості сумішей. Для цього її розчиняють у невеликій кількості води температурою 40–45 °С і отриманий розчин вливають у згущену суміш при безперервному помішуванні. Доза аскорбінової кислоти складає 0,1 %.

Агар або агароїд готують у резервуарі з паровою сорочкою і помішувачем. Агар заливають водою у співвідношенні 1:10 і залишають для набухання на 30–40 хв. Потім при помішуванні нагрівають до температури 75–80 °С до повного розчинення. Розчин рекомендується використовувати зразу ж після приготування.

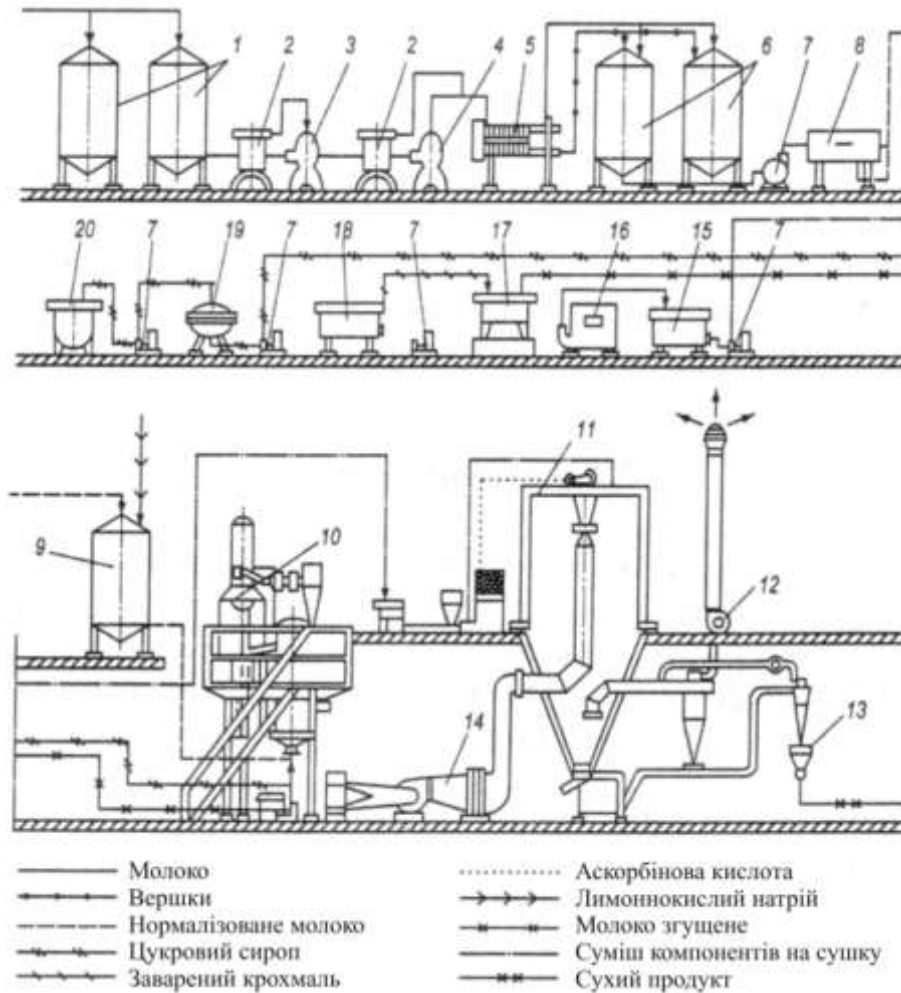
Згущену суміш разом з іншими підготовленими компонентами гомогенізують при температурі 55–60 °С і тиску 5–6 МПа для сухих сумішей для морозива і 2–3 МПа – для пудингу.

Сушіння здійснюють на розпилювальних сушарках. Температура вхідної згущеної суміші повинна бути не вище 50 °С. Далі технологічний процес аналогічний виробництву сухого незбираного молока.

При виробництві сухих сумішей для морозива готову суху молочну основу змішують з цукровою пудрою, кукурудзяним крохмалем, ваніліном до однорідної консистенції в спеціальних змішувачах.

Суміші пакують у транспортну і споживчу тару. Термін зберігання при температурі 10 °С і відносній вологості повітря 85 % не більше 6 місяців для сумішей для морозива і не більше 3 місяців – для сумішей для пудингу.





**Рис.2.4. Апаратурно-технологічна схема виробництва сумішей сухих для морозива:**

1, 6 – ємності для зберігання молока; 2 – підігрівачі; 3 – відцентровий очищувач; 4 – сепаратор; 5 – пластинковий охолоджувач; 7 – насоси; 8 – пастеризатор трубний; 9 – ємність з помішувачем; 10 – вакуум-випарний апарат; 11 – сушарка; 12 – циклон; 13 – бункер зберігання готового продукту; 14 – калорифер; 15 – проміжна ванна; 16 – гомогенізатор; 17 – ванна для приготування суміші на сушку; 18 – ванна для заварювання крохмалю; 19 – фільтр очищення; 20 – сироповарочний казан

### **2.3.6. Технологія сухих молочних консервів на основі вторинної сировини**

*Молоко сухе знежирене.* Сухе знежирене молоко використовують для виробництва молочних продуктів, у харчовій промисловості, для потреб тваринництва.

Сировиною для виробництва сухого знежиреного молока є молоко знежирене кислотністю не більше 20 °Т. Технологія молока сухого знежиреного включає теплову обробку, згущення і сушіння знежиреного молока. Пастеризацію на вальцових сушарках проводять при температурі 74–78 °С, на розпилювальних – 85–89 або 94–98 °С з наступним охолодженням до 71–75 °С. Залежно від способу сушіння передбачені кінцеві масові частки сухих речовин згущеного знежиреного молока: для вальцових сушарок – 30–32 %, розпилювальних – 40–46 %. При високій якості знежиреного молока (кислотність не більше 18 °Т) можливе згущення до 50 % сухих речовин. Слід зазначити, що молоко сухе знежирене розпилювального сушіння характеризується вищою якістю. Режим розпилювального сушіння в прямоточних сушарках – повітря на вході – 170–190 °С, на виході – 75–90 °С; в протиточних або зі змішаним рухом повітря і продукту – повітря на вході – 150–170 °С, на виході – 65–75 °С. Решта операцій аналогічна виробництву сухого незбираного молока. Зберігають при температурі 0–10 °С, відносній вологості повітря не більше 85 % не більше 6 місяців.

*Суха маслянка.* Суху маслянку виготовляють за технологією сухого знежиреного молока. Сировиною для виробництва є маслянка кислотністю не більше 21 °Т, з масовою часткою жиру не більше 0,5 % (інакше проводять сепарування маслянки). Пастеризацію маслянки проводять при температурі 85–87 °С з витримкою 10 с. Маслянку згущують до масової частки сухих речовин 38–42 % (розпилювальне сушіння) або 30–32 % (плівкове сушіння). Режимми згущення, сушіння, охолодження і фасування аналогічні технології сухого знежиреного молока. Зберігають при температурі 0–10 °С, відносній вологості повітря не більше 85 % не довше 6 місяців.

**Суша сироватка.** Сировиною для виробництва сухої сироватки є сироватка підсирна знежирена, яку зразу після сепарування направляють у вакуум-апарати для згущення. Згущують сироватку при плівковому сушінні до 21–26 % сухих речовин, при розпилювальному сушінні – до 38–42 %.

Суша сироватка дуже гігроскопічна, тому масова частка вологи повинна бути не вище 5–6 %. Готовий продукт фасують у багатошарові мішки із поліетиленовими вкладками, герметично закривають. Зберігають при температурі не вище 15–20 °С. Використовують у хлібопекарській галузі, ковбасному виробництві, при виробництві плавлених сирів та ін.

### 2.3.7. Вади сухих молочних консервів

Таблиця 2.5.

#### Основні вади сухих молочних консервів та заходи їх запобігання та усунення

| Вада  | Причина виникнення  | Заходи запобігання та усунення  |
|---|---|---|
| 1   | 2   | 3   |
| <b>Вади фізичного походження</b>            |   |   |
| Попадання пригорілих часток у сухі продукти | Довготривала дія високих температур на частинки сухого молока при сушінні | Уникати знаходження сухого молока на стінках сушильної установки більше 10 хв. при температурі повітря 160–170 °С. Здійснювати азбестову ізоляцію повітрепроводів |
| Збивання сухих продуктів                    | Фасування продукту в неохолодженому стані                                 | Охолоджувати продукт на виході з сушильної установки  |
| <b>Вади хімічного походження</b>            |   |   |
| Потемніння                                  | Підвищення вологи у сухих продуктах до 6 % з наступним зберіганням        | Уникати підвищення вологи у сухих продуктах вище 5 %  |

Продовження таблиці 2.5.

| 1                           | 2  | 3  |
|-----------------------------|--|--|
| Осалування сухих продуктів  | Окислення молочного жиру в процесі переробки сировини і зберігання продукту            | Пастеризація молока зразу ж після приймання при температурі 72–74 °С. Внесення антиокислювачів і синергістів. Гомогенізація згущеного молока перед сушінням. Пакування сухих продуктів у середовищі азоту. |
| Прогіркання сухих продуктів | Утворення альдегідів, кетонів, кето- і оксикислот у результаті окиснення жирних кислот | Пастеризація молока при високих температурних режимах (не нижче 95 °С)   |
| Затхлий присмак             | Зволоження сухого молока. Зберігання продукту з підвищеною вологістю                   | Зберігати сухі продукти в герметичній тарі   |

### Контрольні запитання

1. Наведіть загальну технологічну схему, виробництва молочних консервів.
2. Як нормалізують суміші у виробництві молочних консервів?
3. Обґрунтуйте вибір режимів пастеризації сумішей у виробництві молочних консервів.
4. Назвіть режими гомогенізації при виробництві молочних консервів.
5. Обґрунтуйте вибір параметрів процесу згущення випарюванням.
6. Як визначають закінчення варіння?
7. Що таке ступінь згущення?
8. Назвіть послідовність технологічних операцій при виробництві згущених стерилізованих продуктів без цукру.
9. Обґрунтуйте режими стерилізації при виробництві згущених

стерилізованих молочних консервів.

10. Як готують цукровий сироп при виробництві згущених консервів з цукром?

11. Назвіть асортимент згущених молочних консервів з цукром і наповнювачами.

12. Які особливості технологічного процесу виробництва кави із згущеним молоком і цукром?

13. Які особливості технологічного процесу виробництва какао із згущеним молоком і цукром?

14. Назвіть вади згущених молочних консервів та методи їх попередження.

15. З якою метою вносять солі-стабілізатори?

16. Дайте порівняльну характеристику розпилювальних і плівкових сушарок.

17. Що таке сублімаційне сушіння? Для чого воно використовується в молочній промисловості?

18. Що таке двостадійне сушіння?

19. Наведіть загальну технологічну схему виробництва сухих молочних продуктів.

20. Чому сухі продукти виготовляють із попередньо підзгущених сумішей?

21. Назвіть оптимальний ступінь згущення молока перед сушінням.

22. Обґрунтуйте режими гомогенізації при виробництві сухого молока.

23. Особливості технології виробництва сухих вершків і сухих високожирних вершків.

24. Як здійснюють охолодження сухого молока.

25. Способи одержання сухого швидкорозчинного молока.

26. Назвіть послідовність технологічних операцій при виробництві сухих кисломолочних продуктів розпилювального та сублімаційного сушіння.

27. Назвіть вади сухих молочних продуктів та заходи їх попередження.

## РОЗДІЛ 3

### ТЕХНОЛОГІЯ МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ З КОМБІНОВАНИМ СКЛАДОМ СИРОВИНИ

#### 3.1. Згущені молочні продукти з немолочними інгредієнтами

Продукти виготовляють із знежиреного молока, сухих молочних продуктів, рослинних жирів, цукру. За органолептичними та мікробіологічними показниками продукти мають відповідати вимогам, наведеним далі (табл. 3.1. та 3.2.).

Таблиця 3.1.

#### Органолептичні показники згущених молочних продуктів із цукром і рослинними жирами

| Показники    | Згущені молочні продукти із цукром і рослинними жирами  |
|--------------|---|
| Смак і запах | Солодкий, чистий, з вираженим смаком пастеризованого молока, без сторонніх присмаків і запахів.<br>Допускається присмак сухого молока та наявність легкого кормового присмаку |
| Консистенція | Однорідна за всією масою. Допускається борошністість, невеликий осад лактози на дні тари та незначна цінність   |
| Колір        | Білий або білий з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі  |

Фізико-хімічні показники згущених молочних продуктів із цукром і рослинними жирами наведені в табл. 3.3.

**Мікробіологічні показники згущених молочних продуктів із цукром і рослинним жиром**

| Показники  | Згущені молочні продукти із цукром і рослинними жирами |
|--|--|
| Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів в 1 г свіжоприготованого продукту, розфасованого в споживчу тару, КУО, не більше | $2,5 \cdot 10^4$                                       |
| Бактерії групи кишкових паличок в 1 г продукту, в споживчій і транспортній тарі  | Не допускається  |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі сальмонели, в 25 г продукту в споживчій та транспортній тарі  | Те саме  |

Послідовність технологічного процесу виробництва комбінованого згущеного продукту з цукром і рослинними жирами (рис. 3.1.): приймання та підготовка сировини; приготування суміші; розплавлення рослинного жиру; емульгування суміші; пастеризація суміші; приготування цукрового сиропу; згущення суміші; внесення цукрового сиропу; охолодження та кристалізація лактози; фасування; пакування; зберігання; реалізація.

Щоб підготувати сировину і приготувати суміш, необхідно розраховану масу сухого молока розчинити в питній воді, температурою 40–45 °С (в резервуарі з сорочкою і помішувачем).

Масу сухого молока, кг, визначають відповідно до затверджених норм витрат сировини з урахуванням фактичної розчинності за формулою

$$M_{с.м.} = 100 H / P_{с.м.}, \quad (3.1.)$$

де  $H$  – норма витрат сухого молока, кг;

$P_{с.м.}$  – фактична розчинність сухого молока, %.

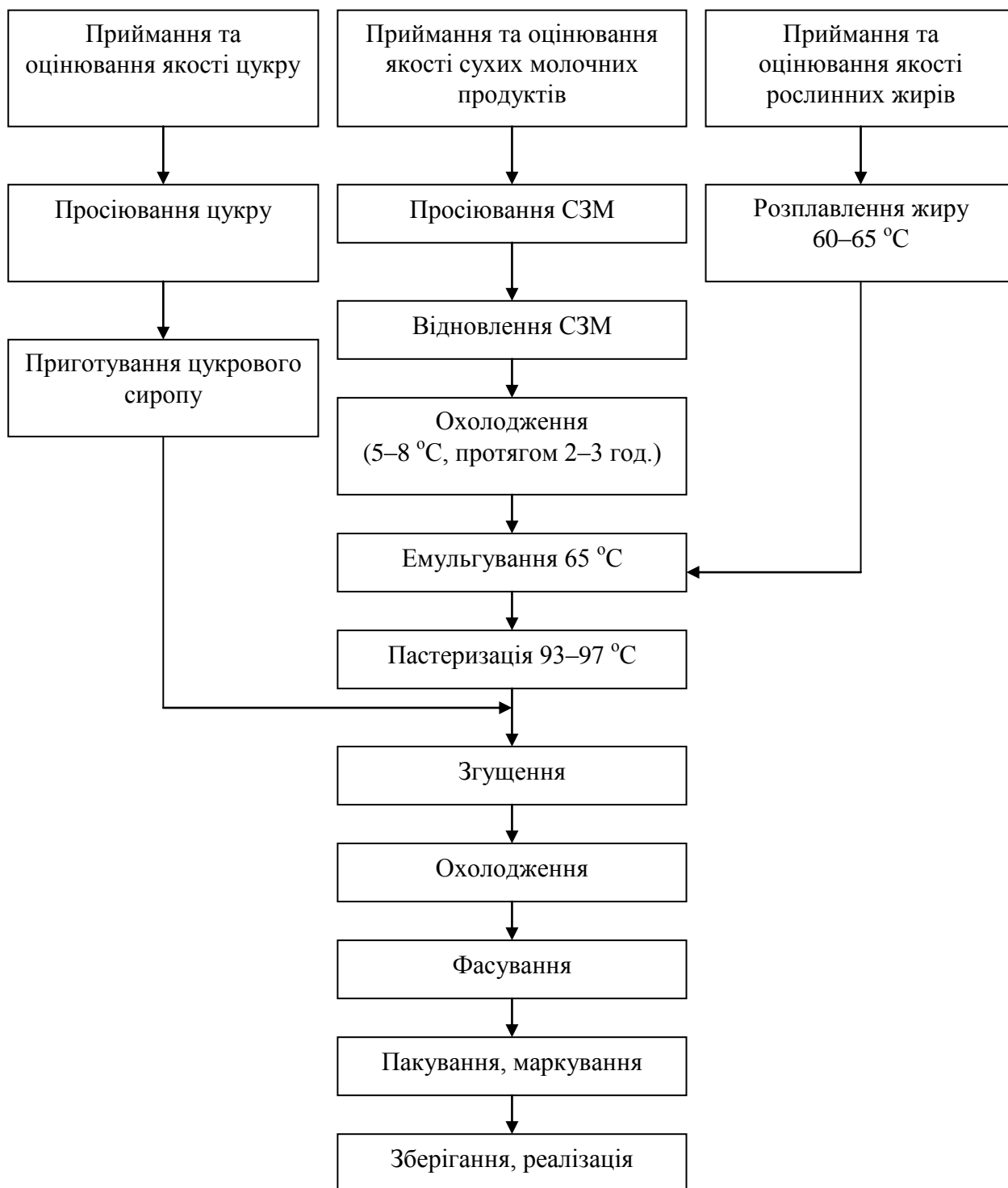
**Фізико-хімічні показники згущених молочних продуктів із цукром і  
рослинним жиром**

| Показники  | Норма для продукту з масовою часткою жиру |       |
|--|---|-------|
|  | 8,5 %                                     | 5,0 % |
| Масова частка вологи, %, не більше   | 26,5                                      | 26,5  |
| Масова частка сахарози, %, не менше  | 43,5                                      | 43,5  |
| Масова частка жиру, %, не менше  | 8,5                                       | 5,0   |
| Кислотність, °Т, не більше   | 48,0                                      | 54,0  |
| Динамічна в'язкість свіжовиробленого продукту (до 2 міс. зберігання), Па·с                             | 3–15                                      | 4–10  |
| Динамічна в'язкість від 2 до 12 міс. зберігання, Па·с, не більше                                       | 17  | 17    |
| Чистота відновленого згущеного молока за еталоном, затвердженим для коров'ячого молока, не нижче групи | II  | II    |

За невеликих об'ємів виробництва сухі молочні продукти відновлюють у ваннах тривалої пастеризації чи інших невеликих ємностях, які забезпечують підігрівання води та перемішування.

Для відновлення сухе молоко попередньо просіюють, вносять невеликими порціями у ванну з помішувачем, ретельно перемішують. Температура води має бути 40–45 °С. Для кращого розчинення сухого молока суміш перекачують насосом «на кільце»: з ємності – на насос, з насоса – у ємність. Відновлене молоко очищають на сепараторах-молокоочищувачах, охолоджують до 4–8 °С, витримують 1–2 год. для повного розчинення всіх складових і набухання білків.





**Рис. 3.1. Технологічна схема виробництва згущених молочних продуктів із цукром і рослинним жиром**

Для відновлення сухого молока, особливо за великих об'ємів виробництва, доцільно використовувати спеціальні установки безперервної дії:

ВСМ-10, М1-ОВМ, Я16-ОПЖ, Я9-ОСВ, РІА-1000 та модулі для відновлення сухого незбираного чи знежиреного молока – Алмікс Л19, Л20, ЛВ20 тощо.

У комплект установки ВСМ-10 входять: підйомник, бункер для сухого молока, сито, змішувач із помішувачем, насоси. Сухий продукт подається за допомогою підйомника через вібросито, яке затримує механічні домішки. Сухе молоко в потоці змішується з водою температурою 45 °С. Відновлене молоко проходить через фільтр, охолоджується і подається у ємність.

Відразу після розчинення сухого продукту відновлене молоко містить багато повітря, яке потрапляє у відновлене молоко із сухого продукту та в процесі перемішування суміші. Наявність повітря у відновленому молоці сприяє утворенню піни, яка перешкоджає нормальній роботі пастеризаторів, вакуум-випарних апаратів, негативно впливає на процеси зберігання продуктів. Відновлене молоко доцільно направляти на деаерацію. Усунути газову фракцію можна на вакуумно-деаераційних установках.

Після розчинення відновлене молоко пропускають через сітковий фільтр з метою очищення від грудочок. Далі суміш охолоджують до 5–8 °С і витримують при цій температурі 2–3 год. з метою набухання білків, усунення «водяного» присмаку, покращення консистенції відновленого молока.

Рослинний жир розплавляють при температурі 60–65 °С. Емульгування (гомогенізація) суміші відбувається таким чином. У процесі безперервного перемішування у відновлене молоко вносять попередньо нагрітий до 60–65 °С рослинний жир. Для підвищення якості згущеного молоковмісного продукту з цукром рекомендується в суміш додавати розчин аскорбінової та сорбінової кислот. Ці кислоти масою не більше 0,02 % від маси продукту попередньо розчиняють у 5–6 л кип'яченої води. Нагріту до 60–65 °С суміш диспергують протягом 15 хв.

Складання суміші для виробництва продукту можна проводити за рецептурами, наведеними в табл. 3.4–3.5.

Таблиця 3.4.

**Рецептури на комбіновані молочні консерви з цукром, в кг на  
1000 кг готового продукту без урахування втрат**

| Компонент                          | Комбіновані молоковмісні консерви з цукром | Рекомбіновані молочні консерви з цукром |
|------------------------------------|--|---|
| Молоко сухе знежирене              | 230,0                                      | 228,3                                   |
| Масло солодковершкове<br>Селянське | –  | 98,9                                    |
| Рослинний жир                      | 81,5                                       | –                                       |
| Цукор білий                        | 435,4                                      | 435,4                                   |
| Вода питна                         | 253,1                                      | 237,4                                   |
| <b>Всього</b>                      | <b>1000</b>                                | <b>1000</b>                             |

Таблиця 3.5.

**Рецептури на комбіновані молочні консерви з цукром,  
на 1000 кг готового продукту без урахування втрат**

| Рецептурні інгредієнти    | Рецептури   |             |             |             |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                           | 1           | 2           | 3           | 4           |
| Сухе знежирене молоко     | 230         | 195,5       | 115,4       | 228,8       |
| Сухі вершки               | –           | –           | 198,3       | –           |
| Суха сироватка            | –           | 34,5        | –           | –           |
| Масло вершкове            | –           | –           | –           | 98,9        |
| Рослинний жир             | 81,5        | 81,5        | –           | –           |
| Цукор                     | 435,4       | 435,4       | 435,4       | 435,4       |
| Стабілізатор консистенції | 1,2         | 1,2         | 1,2         | 1,2         |
| Лактоза                   | 0,02        | 0,02        | 0,02        | 0,02        |
| Аскорбінова кислота       | 0,02        | 0,02        | 0,02        | 0,02        |
| Сорбінова кислота         | 0,02        | 0,02        | 0,02        | 0,02        |
| Вода                      | 251,84      | 251,84      | 249,64      | 235,64      |
| <b>Всього</b>             | <b>1000</b> | <b>1000</b> | <b>1000</b> | <b>1000</b> |

Пастеризацію сумішей здійснюють у трубних пастеризаторах при температурі 93–97 °С з або 80–84 °С без витримання, після цього охолоджують до 70–75 °С і спрямовують на згущення.

Одночасно з цим готують цукровий сироп. Масова частка цукру в сиропі 60-70 %. При температурі 58–60 °С у воді розчиняють розраховану раніше масу цукру, розчин доводять до кипіння (104–105 °С). Для запобігання інверсії сахарози сироп не можна витримувати більше 20 хв. від початку кипіння до початку його змішування з молоком. Температура сиропу у процесі змішування з молоком повинна бути не менше 80–85 °С. Перед надходженням до вакуум-випарної установки сироп рекомендується фільтрувати. Цукровий сироп можна подавати у вакуум-апарат у суміші з молоком або почергово сироп-молоко-сироп.

Згущення проводять у вакуум-випарних установках різних конструкцій. Рекомендована температура кипіння для однокорпусної випарної установки: 55–58 °С у середині процесу варіння, 60–63 °С – у кінці; двокорпусної: у першому корпусі температура – 70–80 °С і 50–52 °С – у другому.

Згущений молоковмісний продукт з цукром спрямовують на охолодження у вакуум-кристалізатор. Тривалість охолодження не повинна перевищувати 40–60 хв. Охолодження ведуть до температури посиленої кристалізації лактози. Потім вносять затравку – дрібнокристалічну лактозу, доза її внесення – 0,02 % від маси готового продукту. Порошок лактози перед використанням як затравки обробляють у сушильній шафі при температурі 101–105 °С. У кінці процесу кристалізації продукт має температуру 18–22 °С.

Згущений молоковмісний продукт з температурою 1–22 °С фасують у споживчу тару: металеві банки, стаканчики та іншу дрібну упаковку, яка застосовується в молочноконсервній галузі, а також у транспортну тару.

**Згущенні молочні продукти з цукром і соєвими білками.** Для виробництва комбінованих соєвмісних згущених молочних продуктів

використовують рідке соєве молоко або сухі соєві замітники незбираного молока.

У разі використання рідкого соєвого молока проводять нормалізацію суміші натуральним незбираним молоком. Співвідношення компонентів у сумішах визначають за формулами, які враховують планові показники продуктів, склад соєвого та коров'ячого молока. Відповідно до нормативної документації у сумішах може бути такий вміст соєвого молока, %: 15, 20, 30, 40, 50, 60 і 70.

Технологічний процес виробництва продукту складається з таких послідовних операцій (рис. 3.2.): приймання та підготовка сировини до переробки; нормалізація суміші; гомогенізація, пастеризація суміші; приготування цукрового сиропу та введення його в суміш; згущення; охолодження продукту; фасування, маркування, пакування.

Для отримання продукту, що відповідає вимогам, зазначеним у технічних умовах, проводять регулювання складу молока зміною фактичного відношення між масовими частками жиру та сухого знежиреного молочного залишку в ньому до заданого співвідношення між ними в продукті. Для цього використовують знежирене молоко, маслянку або вершки.

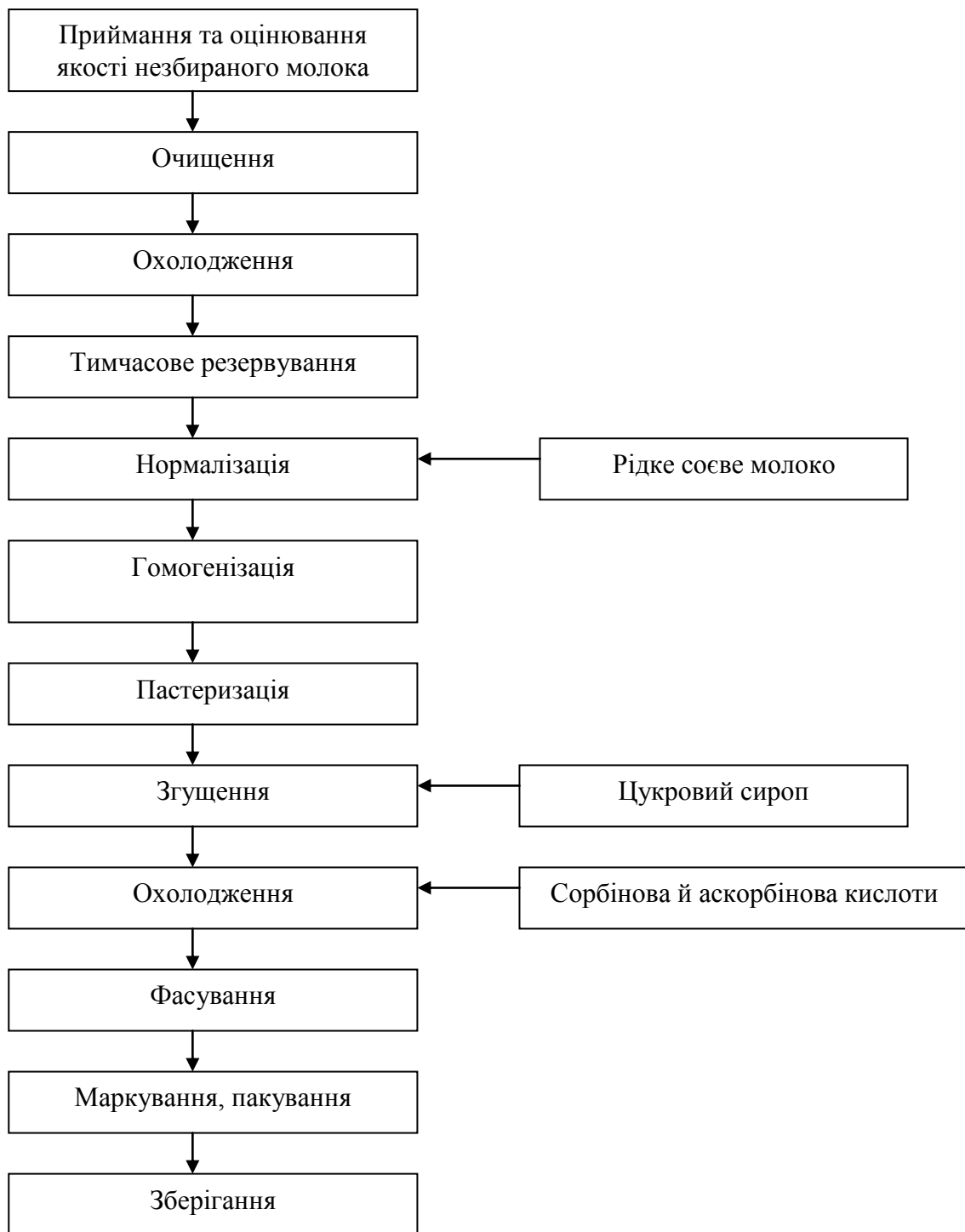
У розрахунках нормалізації для комбінованого продукту, що містить 30 % рідкого соєвого молока, необхідно брати такі планово-розрахункові показники складу продукту, в масових частках: жиру – 6,5, в т.ч. 2 % рослинного, цукру – 48,0; сухого знежиреного молочного залишку – 15,5, в т.ч. 6,0 % сухого знежиреного молочного залишку в рослинному молоці, вологи – 30 %:

$$O_{np} = \frac{Ж_{np}}{СЗМЗ_{np}} = \frac{6,5}{15,5} = 0,41935 \quad (3.2.)$$

де  $O_{np}$  – відношення масової частки жиру, %, до масової частки сухого знежиреного молочного залишку, % в продукті;

$Ж_{np}$  – масова частка жиру в продукті, %;

$СЗМЗ_{np}$  – масова частка сухого знежиреного молочного залишку в продукті, %.



**Рис. 3.2. Технологічна схема виробництва згущеного молочного продукту з цукром і соєвим білком**

Отриману суміш підігрівають до температури 50–60 °С, очищують на відцентровому молокоочищувачі та направляють на гомогенізацію.

Очищену суміш гомогенізують при температурі 70–75 °С і тиску на одноступеневому гомогенізаторі 10–12 МПа; на двоступеневому гомогенізаторі тиск на першому ступені – 10–12 МПа, на другому – 3 МПа.

Пастеризацію молока здійснюють при температурі 105–108 °С з витримуванням від 5 до 15 с і наступним охолодженням продукту перед поданням у вакуум-апарат до 70–75 °С. Допускається застосування пастеризації при 95–97 °С з витримуванням від 5 до 15 с.

Пастеризацію молока здійснюють у трубних пастеризаторах і трубних підігрівачах, які входять у комплект вакуум-апарата. Пастеризована суміш подається для накопичення в проміжну ємність, звідки її направляють у вакуум-апарат.

Цукровий сироп готують з масовою часткою сухих речовин 65–70 %. Очищений за допомогою сит, цукор розчиняють у воді при температурі 78–80 °С, сироп нагрівають до кипіння. Щоб уникнути інверсії сахарози не рекомендується витримувати цукровий сироп перед змішуванням більше 20 хв. Перед змішуванням з молоком цукровий сироп очищають на фільтрах або відцентрових молокоочищувачах. Температура цукрового сиропу перед змішуванням з сумішшю має бути менше 80 °С.

У двокорпусну випарну установку цукровий сироп подають одночасно з сумішшю. В однокорпусну випарну установку половину маси молочно-рослинної суміші подають без сиропу. Сироп вводять у вакуум-апарат разом із рештою суміші, але не пізніше як за 15 хв. до кінця згущення.

Температура кипіння молока у випарній установці циркуляційного типу протягом усього процесу згущення не повинна перевищувати для однокорпусних випарних установок у середині варіння 58 °С і у кінці процесу згущення – 63 °С; а для двокорпусних установок – 80 °С в першому і 52 °С в другому корпусі.

Згущення суміші закінчують, коли масова частка вологи в продукті буде 32–33 %, така величина встановлюється з урахуванням додаткового випаровування вологи в вакуум-охолоджувачах, у процесі зниження

температури продукту на 10 °С – масова частка вологи зменшується приблизно на 1 %. Для визначення готовності варки відбирають пробу продукту за допомогою спеціального пробовідбірника і визначають у ній масову частку сухих речовин за рефрактометром.

Із вакуум-випарної установки продукт направляють на охолодження в вакуум-охолоджувач, який перед цим ополіскують гарячою водою і пропарюють гострою парою. Продукт охолоджують одноступеневим способом протягом 40–60 хв. Перемішування не припиняють до кінця процесу.

Для контролю та регулювання складу продукту необхідно вимірювати температуру та визначити масову частку сухих речовин у пробі, відібраній із вакуум-охолоджувача.

Масову частку вологи до охолодження розраховують за формулою

$$B_{\text{поч}} = B_{\text{кін}} + 0,088 (t_{\text{поч}} - t_{\text{кін}}), \quad (3.3.)$$

де  $B_{\text{поч}}$ ,  $B_{\text{кін}}$  – масова частка вологи продукту відповідно на початку і в кінці процесу, %;

$t_{\text{поч}}$ ,  $t_{\text{кін}}$  – температура продукту відповідно на початку і в кінці процесу, °С.

Для визначення температури підвищеної кристалізації лактози визначають масову частку її в водному розчині продукту і за графіком Гудзона знаходять точку перетину вертикальної лінії, яка відповідає масовій частці лактози з кривою підвищеної кристалізації, її перевіряють один раз на квартал. Номінальне значення температури кристалізації становить 22 °С.

Затравку вносять через повітряний кран вакуум-охолоджувача. Перед внесенням затравки тимчасово закривають засувку, щоб запобігти здуттю порошку лактози в момент її внесення. Для повнішого використання затравки протягом 23 хв. після її внесення засувку не відкривають. Потім із закритою засувкою, продовжують охолодження за рахунок випаровування вологи.

У виняткових випадках допускається стандартизація готового продукту водою чи змішуванням охолодженого згущеного продукту двох різних варок,



про це обов'язково роблять запис у паспорті варки. Такий продукт не дозволяється закладати на довготривале зберігання, а належить направити на швидку реалізацію. Температура води у процесі стандартизації має відрізнитися від температури продукту не більше, як на 2 °С. Воду в продукт необхідно додавати під час охолодження при температурі продукту 18–22 °С. Вода повинна відповідати вимогам до питної води. Перед внесенням у вакуум-охолоджувач воду кип'ятять, охолоджують до температури продукту і фільтрують.

Продукт випускають у споживчій тарі – металевих банках № 7 масою нетто 400 г і № 14 масою нетто 3800 г; у пакетах для молока і молочних продуктів на автоматах «Пюр-Пак Асептик» масою нетто 650 г; у коробочках із полістиролової стрічки масою нетто 300 г; у стаканчиках із полістиролу масою нетто 300 г; у скляних банках місткістю 0,5 і 0,65 дм і масою нетто відповідно 650 і 850 г; у транспортній тарі: металевих флягах для молока та молочних продуктів; бочках дерев'яних заливних для харчових продуктів та бочках фанерно-штампованих. Гранично допустиме відхилення від встановленої маси продукту в транспортній тарі  $\pm 1$  %

Продукт зберігається при температурі 0–10 °С і відносній вологості повітря не більше 85 % у металевих банках – 12 міс.; скляних банках – 6 міс.; пакетах типу «Пюр-Пак Асептик» – 6 міс.; у коробочках із полістирольної стрічки – 1 міс.; стаканчиках із полістиролу – 15 діб; пакетах із поліетиленової плівки – 15 діб; у транспортній тарі – не більше 3 міс.

Дозволяється зберігання продукту за температури від 0 до 20 °С у споживчій тарі: в металевих банках – 6 міс.; скляних банках – 3 міс.; пакетах типу «Пюр-Пак Асептик» – 1 міс.; у коробочках із полістиролової стрічки – 15 діб; стаканчиках із полістиролу – 7 діб; пакетах із поліетиленової плівки – 15 діб; у транспортній тарі не більше 1 міс.

У разі використання сухих соєвих заміників незбираного молока особливості технології пов'язані з його відновленням. Масу соєвого концентрату визначають за рецептурами. Для відновлення використовують

питну воду температурою 30–35 °С. Процес здійснюється у ємностях з помішувачем або спеціальних установках для розчинення сухих молочних продуктів. Суміш відновленого соєвого молока витримують 1–2 год. до повного розчинення компонентів. З метою повного розчинення компонентів проводять гомогенізацію.

**Згущені молочні консерви з фруктозою, збагачені соєю.** Для лікувально-профілактичного харчування призначені згущені молочні консерви, що не містять цукру, – згущені молочні консерви з фруктозою, збагачені соєю. Спосіб виробництва згущеного молока з фруктозою запатентований ВАТ «Овруцький молочноконсервний комбінат» спільно зі співробітниками Національного університету харчових технологій.

Згущені молочні консерви з фруктозою виготовляють у такому асортименті: молоко згущене з фруктозою з масовою часткою жиру 8,5 і 5,0 %; молоко згущене з фруктозою нежирне; молоко згущене з фруктозою, збагачене соєю, з масовими частками жиру 8,5; 5,0 і 2,5 %.

За органолептичними і фізико-хімічними показниками згущені молочні продукти із соєю мають відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.6. і 3.7.

Як сировину у разі виробництва продукту з вмістом сої використовують незбиране молоко, рідке соєве молоко, фруктозу кристалічну або фруктозний сироп.

Згущені молочні консерви з фруктозою виготовляють за традиційною технологічною схемою виробництва згущених молочних консервів із цукром. Особливості технології пов'язані з процесами нормалізації, приготування фруктозних сиропів, згущення молочних сумішей із фруктозними сиропами та охолодження згущеного молока з фруктозою. Процес нормалізації проводиться відповідно до фізико-хімічного складу кожного виду згущеного молока розробленого асортименту.

Таблиця 3.6.

**Органолептичні показники згущених молочних консервів із  
фруктозою**

| Показник     | Молоко згущене з фруктозою з масовою часткою жиру, %   |     |         | Молоко згущене з фруктозою, збагачене соєю, з масовою часткою жиру, %                              |     |     |
|--------------|--|-----|---------|--|-----|-----|
|              | 8,5  | 5,0 | нежирне | 8,5  | 5,0 | 2,5 |
| Смак і запах | Солодкий, притаманний фруктозі, без сторонніх присмаків і запахів  |     |         | Солодкий притаманний фруктозі, без сторонніх присмаків і запахів, з легким присмаком і запахом сої |     |     |
| Консистенція | Однорідна у всій масі, без наявності відчутних органолептично кристалів молочного цукру. Допускається борошниста консистенція та осад лактози на дні тари під час зберігання |     |         |  |     |     |
| Колір        | Від кремового до коричневого, рівномірний у всій масі  |     |         | Допускаються відтінки сірого кольору   |     |     |

Таблиця 3.7.

**Фізико-хімічні показники згущених молочних консервів із фруктозою**

| Показник                           | Молоко згущене з фруктозою з масовою часткою жиру, % |      |         | Молоко згущене з фруктозою, збагачене соєю, з масовою часткою жиру, % |      |      |
|------------------------------------|--|------|---------|---|------|------|
|                                    | 8,5  | 5,0  | нежирне | 8,5   | 5,0  | 2,5  |
| Масова частка, %:                  |  |      |         |   |      |      |
| вологи, не більше                  | 32,5   | 33,0 | 34,0    | 37,0  | 38,0 | 39,0 |
| фруктози, не менше                 | 30,0   | 30,0 | 30,0    | 30,0  | 30,0 | 30,0 |
| сухого молочного залишку, не менше | 36,6   | 36,0 | 35,0    | 32,0  | 33,0 | 34,0 |
| У тому числі жиру, не менше        | 8,5  | 5,0  | –       | 8,5   | 5,0  | 2,5  |

Молочні суміші згущують у вакуум-випарних установках при температурі кипіння не вище як 58–60 °С протягом не більше як 60 хвилин. За 10–15 хв. до завершення згущення у вакуум-апарат вводять фруктозний сироп. Його готують із кристалічної фруктози або використовують промислові сиропи після їх теплового оброблення. Під час охолодження згущених молочних консервів з фруктозою вносять затравку при температурі посиленої кристалізації лактози.

Продукт зберігають у споживчій тарі при температурі від 0 до 10 °С і відносній вологості повітря не вище як 85 % не довше як 12 міс.

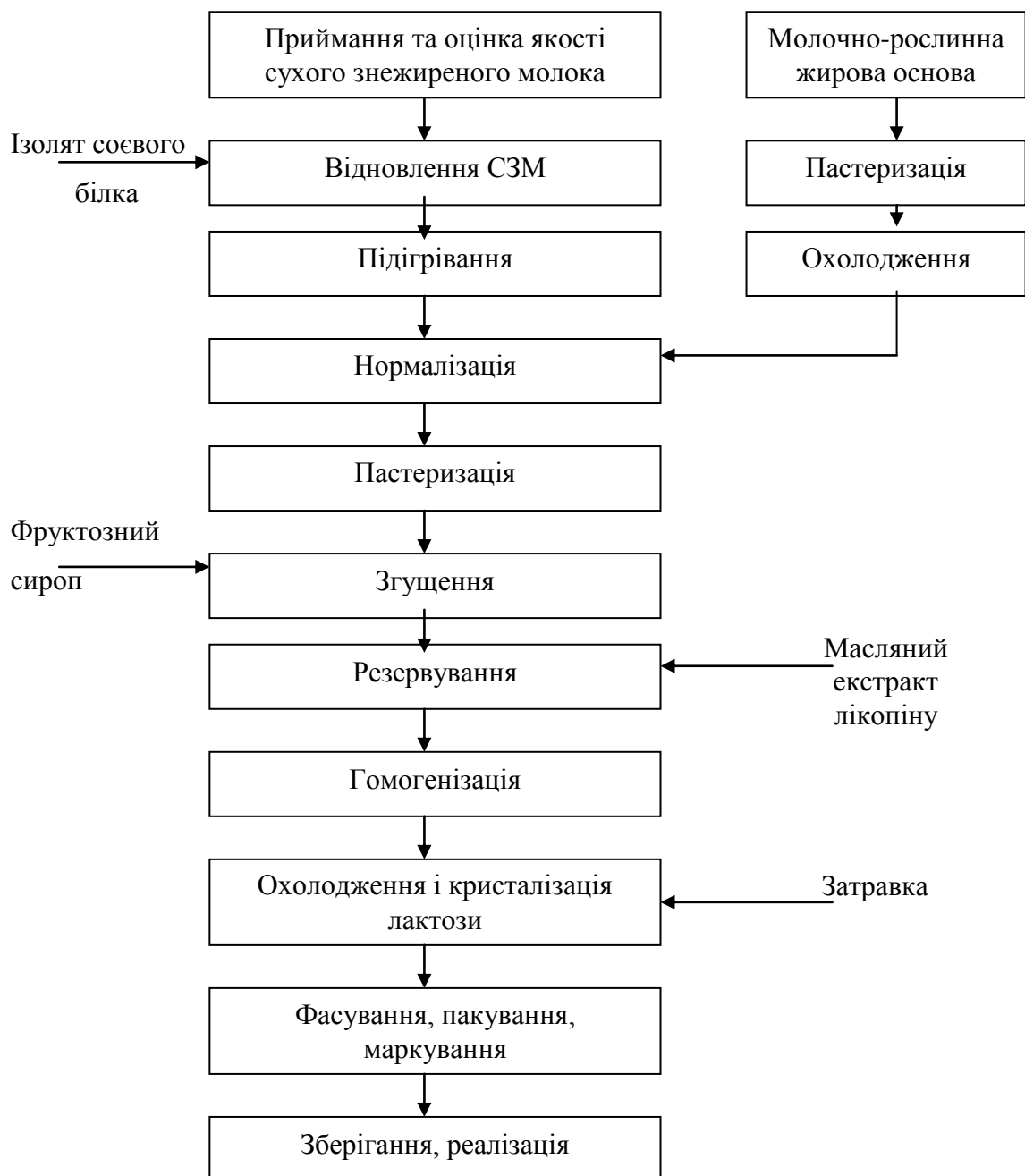
**Згущений солодкий молоковмісний продукт для геродієтичного харчування.** Продукт призначений для людей похилого віку. У ньому збалансований ліпідно-білковий склад за рахунок додавання рослинного жиру та ізоляту соєвого білка, цукор замінений на фруктозу, введена БАД лікопін, яка має антиоксидантні та імуномодельюючі властивості (табл. 3.8.).

Технологічна схема виробництва солодкого молоковмісного продукту для геродієтичного харчування представлена на рис. 3.3.

Таблиця 3.8.

**Фізико-хімічні показники солодкого молоковмісного продукту для геродієтичного харчування**

| Показник                        |      |
|---------------------------------|------|
| Масова частка, %, не менше жиру | 8,5  |
| в тому числі рослинного         | 4,0  |
| білка                           | 7,0  |
| в тому числі рослинного         | 2,5  |
| СЗМЗ                            | 16,5 |
| фруктози                        | 35,0 |
| вміст лікіпіну, мг,% не більше  | 5,0  |



**Рис. 3.3. Схема виробництва солодкого згущеного молоковмісного продукту для геродієтичного харчування**

### *Згущені варені молочні продукти*

Сировинний склад таких консервів різноманітний: сухе незбиране молоко, сухе знежирене молоко, суха маслянка, цукор білий, рослинні жири, наповнювачі, солі-стабілізатори, ароматизатори, патока, препарат ферменту  $\beta$ -галактозидази, питна вода.

Виробляють продукти з низькою калорійністю, з фруктовими наповнювачами, горіхами, смако-ароматичними добавками (табл. 3.9.).

Таблиця 3.9.

**Рецептури на згущений варений молочний продукт з наповнювачами, кг на 100 кг продукту**

| Сировина   | Рецептура № 1 | Рецептура № 2 | Рецептура № 3 |
|--|---------------|---------------|---------------|
| Молоко незбиране згущене з цукром з масовою часткою жиру 8,5 % | 970,0         | 970,0         | 970,0         |
| Горіхи   | 30,0          | –             | –             |
| Мак  | –             | 30,0          | –             |
| Насіння соняшника  | –             | –             | 30,0          |
| Всього   | 1000,0        | 1000,0        | 1000,0        |

Характерні органолептичні властивості вареного згущеного продукту, а саме коричневий колір, присмак карамелі, в'язка консистенція досягаються за рахунок використання тривалої теплової обробки, поєднаної з високими енергетичними затратами.

Виготовляють варені згущені молочні продукти з цукром на підприємствах галузі такими способами:

- тепловою обробкою згущеного продукту з цукром у ємностях із термонагріванням;
- тепловою обробкою згущеного продукту з цукром в тарі, в автоклавах-стерилізаторах.

Відомо, що для запобігання вад консистенції в кондитерській промисловості використовують карамельну патоку – продукт неповного гідролізу крохмалю кислотами чи ферментами, в результаті чого утворюються вуглеводи різної молекулярної маси. В склад сухих речовин патоки входять декстрини, мальтоза та глюкоза. Патока, що застосовується в кондитерській

промисловості, містить 78–80 % сухих речовин, з яких 38–42 % – редукуючі цукри. Під час виготовлення кондитерських виробів патока виконує роль антикристалізатора.

Для запобігання кристалізації вуглеводів у процесі виробництва та зберігання вареного згущеного молока з цукром позитивний ефект дає внесення 10–12 % патоки разом або комплексна дія за рахунок додавання ферменту бетагалактозидази і 4 % патоки.

### **Молочно-рослинний напій на чайній основі зі згущеним молоком.**

Розроблено технологію молочно-чайного напою на чайній основі зі згущеним молоком шляхом введення чаю до молока. Такий напій збагачується вітаміном Р. Молоко та чай знаходяться у збалансованому вигляді, і саме у такому вигляді добре засвоюються організмом людини.

Завдяки високому вмісту алкалоїдів чаю напій володіє збуджуючими властивостями, підтримує працездатність, а також гарно вгамовує спрагу.

Поживність та швидке засвоєння напою забезпечене завдяки комплексу незамінних амінокислот, молочного білка, молочного жиру та молочного цукру, а високий вміст танінокатехінового комплексу, який володіє Р-вітамінною активністю, підвищує біологічну цінність готового напою. Поряд з цим напій є не тільки тонізуючим, але й має лікувальні, профілактичні та дієтичні властивості завдяки тому, що до складу напою входить молоко.

Технологічний процес виробництва молочно-чайного напою на чайній основі зі згущеним молоком включає: підготовку сировини, змішування компонентів, витримку, нагрівання, фільтрацію, охолодження та фасування готового продукту. Підготовка сировини передбачає спочатку заварювання чорного байхового чаю кількістю 12 г з 200 мл окропу, потім його настоюють протягом 7–10 хвилин, одночасно проводять розчинення згущеного молока з цукром кількістю 300 г з 500 мл окропу, змішують розчинене згущене молоко з настоєм чорного байхового чаю, витримують 45 хвилин у закритому посуді, стерилізують при температурі 105 °С протягом 15 секунд, охолоджують при кімнатній температурі.

Після фасування продукту в комбіноване упакування Тетра-брік, яке складається з трьох шарів – поліетилену, паперу та фольги, продукт готовий до споживання.

Готовий продукт – молочно-рослинний напій на чайній основі зі згущеним молоком має виражений, з легкою терпкістю, аромат чорного байхового чаю, зі специфічним присмаком молока.

### **Згущений комбінований молочний продукт з цукром і цикорієм.**

Впроваджено у виробництво технологію згущеного комбінованого молочного продукту з цукром і цикорієм, який отримують шляхом нормалізації соєвого молока сухим знежиреним молоком (СЗМ). Технологічний процес включає такі операції як підготовка екстракту цикорію, молочної основи і цукрового сиропу, їх змішування, пастеризацію, охолодження до температури згущення, згущення та охолодження продукту, фасування.

Як молочну сировину використовують соєве молоко. Вже тільки завдяки ідеальному співвідношенню жирних поліненасичених кислот, а також відсутність холестерину, продукти з соєю є продуктами лікувально-профілактичного значення.

Для нормалізації використовують молочно-білковий компонент – сухе знежирене молоко розпилювального сушіння. Щоб забезпечити масову частку жиру в готовому продукті 5–6 %, у невеликій частині молочної основи, підігрітої до  $50 \pm 10$  °С, розчиняють сухе знежирене молоко. Одержаний розчин фільтрують і додають до основної маси молочної основи.

У нормалізовану молочну основу вносять приготовлений екстракт цикорію та одержаний молочно-цикорний розчин направляють на пастеризацію, яку проводять при температурі 104–108 °С з витримкою 5–15 секунд, з наступним охолодженням до 75–79 °С перед подачею в вакуум-апарат. Допускається застосування пастеризації при температурі 93–97 °С з витримкою 5–15 секунд. Для виготовлення згущеного комбінованого молочного продукту з цукром і цикорієм необхідно підготувати цукровий



сироп. Цукор очищують з допомогою сит і розчиняють у воді температурою 70–80 °С, нагрівають до кипіння і перемішують.

Щоб уникнути інверсії сахарози, готовий цукровий сироп витримують перед змішуванням з нормалізованою молочною основою не більше 10–20 хвилин і перед подачею на згущення очищують на фільтрах. Перед змішуванням з нормалізованим молоком цукровий сироп повинен мати температуру не більше 80 °С. Згущення проводять у двокорпусній випарній установці, в яку цукровий сироп вводять одночасно з молоком, або в однокорпусній, у якій половину молока подають з сиропом, але не пізніше, ніж за 15 хвилин до кінця згущення. Згущення суміші закінчують при масовій частці вологи в продукті – 33–34 %.

**Згущені молочні консерви з екстрактами лікарських рослин.** Розширено асортимент згущених молочних консервів завдяки розробленню технологій згущених молочних продуктів з екстрактами лікарських рослин шляхом внесення їх під час згущення, що забезпечує збагачення продукту вітамінами, харчовими волокнами, вуглеводами.

Технологічний процес включає такі технологічні операції як підготовку та згущення пастеризованого молока з цукровим сиропом, охолодження отриманої згущеної молочної основи, фасування готового продукту. Згущення проводять до вмісту сухих речовин 69–70 % і вносять екстракт лікарських рослин липи та м'яти кількістю 2,5–3,5 % від маси готового продукту, а потім проводять згущення до вмісту сухих речовин 73–74 %.

Екстракт виготовляють уварюванням квітів липи та м'яти і подальшою пастеризацією екстракту. В квітках липи містяться ефірна олія, у складі якого є фарнеол, глікозиди – гесперидин і тиліадин, сапоніни, дубильні речовини, вітамін С (31,6 %), каротин та ін. У листі липи багато білка, 131 мг/%, вітаміну С і каротин. У плодах – близько 60 % жирної олії, близької за якістю до прованської. У корі знайдені тритерпенова речовина – тиліадин і олія – до 8 %. З липового цвіту виготовляють безліч лікарських препаратів, які, завдяки лікувальним властивостям липи, посилюють секрецію шлункового соку,

збільшують жовчоутворення і полегшують надходження жовчі в дванадцятипалу кишку, мають потогінні властивості. Крім того, суцвіття липи надають м'якого седативного впливу на центральну нервову систему, дещо зменшують в'язкість крові. Цілющі властивості липи зумовлені комплексом біологічно активних сполук рослини. Препарати із суцвіть липи надають протимікробну, протизапальну і пом'якшувальну дію, використовуються для полоскання порожнини рота та горла при запальних захворюваннях і при ангінах.

Корисні властивості м'яти полягають, головним чином, у наявності ефірної олії м'яти, в якій активною речовиною є ментол. Окрім цього в ній знаходяться флавоноїди, каротин, органічні кислоти, тритерпенові сполуки і бетаїн. Усе в сукупності надає рослині спазмолітичної, антисептичної дії, а також м'ята розширює судини. Завдяки своїй безперечній позитивній дії на шлунково-кишковий тракт (покращує травлення, апетит, знижує кислотність і заспокоює слизову оболонку шлунка), на шкірні покриви (знімає запалення і свербіж) м'ята стала знаменитою в народній медицині.

Масу екстракту лікарських рослин вносять у підзгущену молочну основу, у вакуум-випарний апарат, кількістю 2,5-3,5 % від маси готового продукту. Ця кількість є достатньою для надання привабливих споживчих властивостей. При зниженні дози екстракту нижче 2,5 % присмак лікарських рослин у продукті стає невираженим. Збільшення дози екстракту вище 3,5 % зумовлює появу вад смаку і запаху, а саме з'являється інтенсивний смак і присмак лікарських рослин.

### **3.2. Сухі молочні продукти з рослинними компонентами**

**Сухе молоко з олією.** Продукт виготовляють із нормалізованого молока з частковою заміною молочного жиру рослинною олією.

**Фізико-хімічні та мікробіологічні показники продукту**

| Показники  |                 |
|--|-----------------|
| Масова частка, %   |                 |
| вологи, не більше  | 4,0             |
| жиру, не менше   | 15,0            |
| в тому числі:  |                 |
| молочного  | 7,5             |
| олії   | 7,5             |
| Індекс розчинності, см <sup>3</sup> сирого осаду             | 0,4             |
| Кислотність, °Т, не більше                                   | 21              |
| Масова частка важких металів, %, не більше:                  |                 |
| олова  | 0,01            |
| міді   | 0,0008          |
| свинцю   | не допускається |
| Загальна кількість мікроорганізмів в 1 г продукту, не більше | 50000           |
| Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 г продукту             | не допускається |
| Патогенні мікроорганізми в 25 г продукту                     | не допускається |

Продукт має такі органолептичні показники: зовнішній вигляд – дрібний сухий порошок, допускається незначна кількість грудочок, що легко розсипаються під час механічної дії; смак – властиві свіжому пастеризованому молоку з присмаком рослинної олії; колір – білий з кремовим відтінком.

Технологічний процес виробництва сухого молока з рослинною олією складається з послідовності технологічних операцій (рис. 3.4.): приймання та оцінювання якості молока, очищення, охолодження, тимчасове резервування, нормалізація, пастеризація, згущення, приготування суміші згущеного молока та олії, гомогенізація суміші, сушіння, охолодження, фасування, маркування, пакування.

*Приймання і підготовка сировини.* Під час приймання молока оцінюють якість та визначають масу незбираного молока. Для виробництва продукту використовують молоко не нижче другого сорту і знежирене молоко, кислотністю не вище за 20 °Т. Прийняте молоко очищають, переважно на відцентрових молокоочищувачах, а потім відразу подають на переробку або охолоджують до 2–8 °С і зберігають у резервуарах при цій температурі.

*Нормалізація молока.* Незбиране молоко нормалізують знежиреним молоком. У нормалізованому молоці співвідношення жиру і сухого знежиреного молочного залишку має бути таким, як у готовому продукті.

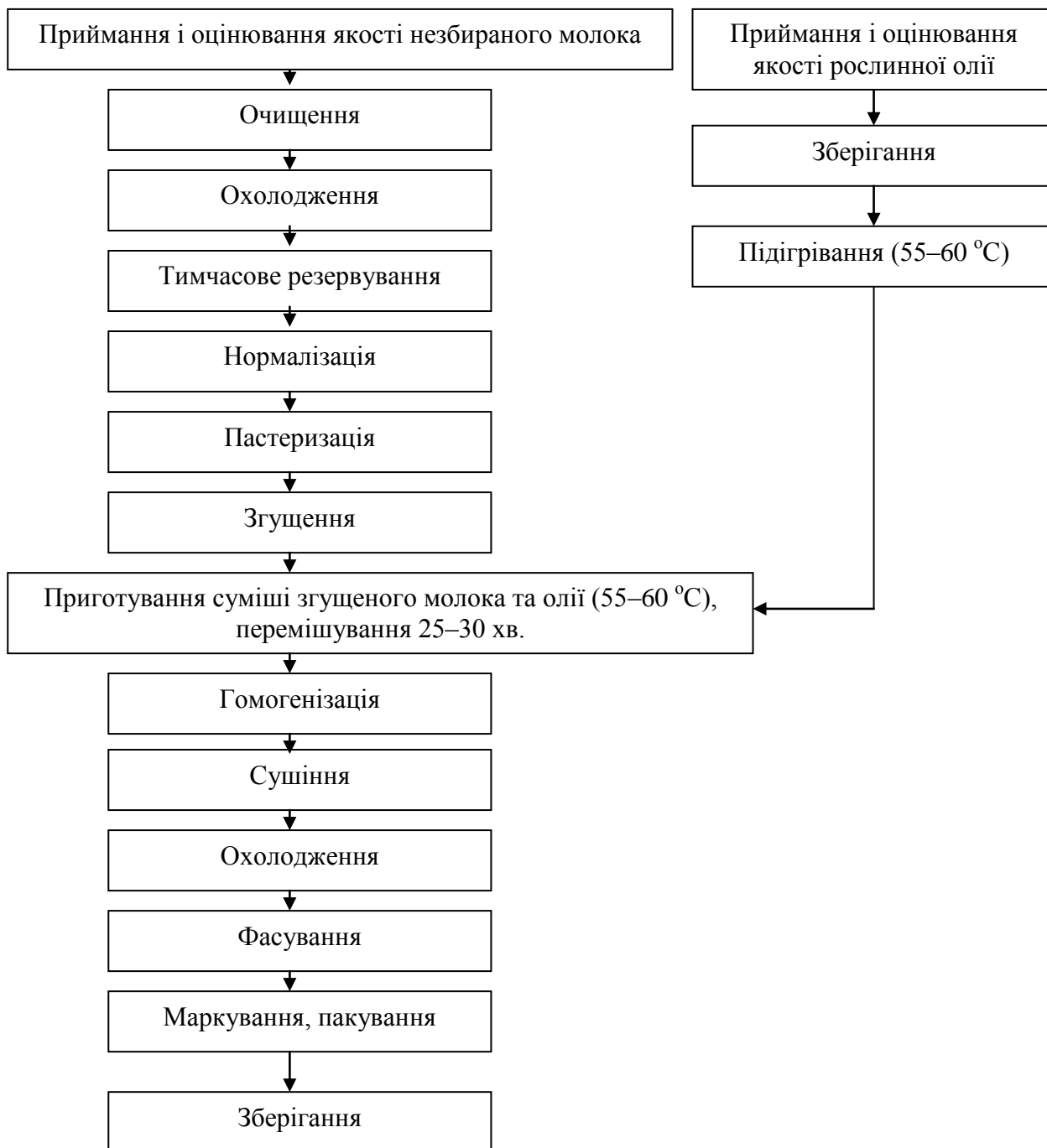
Таблиця 3.11.

**Планові показники розрахунку складу сухого молока з рослинною олією**

| Показники                         |       |
|-----------------------------------|-------|
| Масова частка, %:                 |       |
| жиру                              | 15,8  |
| в тому числі:                     |       |
| молочного                         | 7,5   |
| рослинної олії                    | 7,5   |
| СЗМЗ                              | 81,2  |
| сухих речовин                     | 97,0  |
| вологи                            | 3,0   |
| Співвідношення $J_{np}/CЗМЗ_{np}$ | 0,195 |

Масу компонентів, що застосовують у процесі нормалізації, розраховують, виходячи із співвідношення масових часток жиру та сухого знежиреного молочного залишку в продукті ( $O_p$ ) з урахуванням норм втрат жиру та сухого молочного залишку, який визначають за формулою:

$$O_p = O_{np} K, \quad (3.4.)$$



**Рис. 3.4. Технологічна схема виробництва сухого молока з рослинною олією**

де  $O_{np}$  – співвідношення масової частки жиру та сухого знежиреного молочного залишку в продукті;

$K$  – коефіцієнт, який враховує нормативні втрати жиру і сухого молочного залишку.

Коефіцієнт  $K$  розраховують за формулою

$$K = \frac{1}{(1 + O_{np}) \frac{1 - 0,01B_{жс}}{1 - 0,01B_{сЗМЗ}} - O_{np}}, \quad (3.5.)$$

де  $B_{жс}$  і  $B_{сЗМЗ}$  – нормативні втрати жиру та сухого знежиреного молочного залишку відповідно, %.

Масу знежиреного молока ( $M_{зн.м}$ ), необхідну для нормалізації, розраховують за формулою

$$M_{зн.м} = \frac{Ж_m - СЗМЗ_m O_p}{СЗМЗ_{зн.м} O_p - Ж_{зн.м}} M_m \quad (3.6.)$$

де  $Ж_m$  – масова частка жиру в вихідному молоці, %;

$СЗМЗ_m$  – маса сухого знежиреного молочного залишку у вихідному молоці, %;

$СЗМЗ_{зн.м}$  – маса сухого знежиреного молочного залишку в знежиреному молоці, %;

$Ж_{зн.м}$  – масова частка жиру в знежиреному молоці, %;

$M_m$  – маса вихідного молока для нормалізації, кг.

Необхідну масову частку жиру молочної суміші ( $Ж_{сум}$ ) розраховують за формулою

$$Ж_{сум} = \frac{O_p СЗМЗ_m 100}{100 - Ж_m + O_p СЗМЗ_m} \quad (3.7.)$$

*Пастеризація нормалізованого молока.* Нормалізовану суміш пастеризують при температурі не менше як 90–95 °С без витримування в трубних пастеризаційних установках або підігрівачах, що входять до комплекту вакуум-випарних установок.

*Згущення нормалізованого молока.* Для згущення використовують багатокорпусні вакуум-випарні апарати з падаючою плівкою або циркуляційні. Температура кипіння молока у вакуум-випарних апаратах перебуває в межах, зазначених у табл. 3.12.

**Температура кипіння молока у вакуум-випарних апаратах різних конструкцій, °С**

| Номер корпусу | Тип вакуум-випарного апарата |                 |                            |
|---------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|
|               | з падаючою плівкою           |                 | циркуляційний двокорпусний |
|               | трикорпусний                 | чотирикорпусний |                            |
| 1             | 72–74                        | 74–80           | 68–70                      |
| 2             | 60–70                        | 68–73           | 50–52                      |
| 3             | 46–48                        | 56–62           | –                          |
| 4             | –                            | 42–46           | –                          |

Нормалізоване молоко згущують до масової частки сухих речовин 43–48 % залежно від типу вакуум-випарних апаратів. На циркуляційних вакуум апаратах рекомендують отримувати згущені суміші з масовою часткою сухих речовин не вище 46–48 %.

*Приготування суміші згущеного молока та олії.* Із згущеного молока та рослинної олії готують суміш для сушіння. Олію підігривають до 55–60 °С, змішують зі згущеним молоком. Суміш готують у резервуарах з сорочкою та помішувачем. Перемішування триває 25–30 хв. при температурі 55–60 °С.

Масу рослинної олії, необхідну для отримання продукту, розраховують за формулою

$$M_{po} = \frac{P_o M_{mj}}{Ж_{np}} \quad (3.8.)$$

де  $M_{po}$  – маса рослинної олії, кг;

$P_o$  – масова частка рослинної олії в продукті, %;

$M_{mj}$  – маса молочного жиру в нормалізованій суміші, кг;

$Ж_{np}$  – масова частка молочного жиру в продукті, %.

*Гомогенізація згущеного молока.* Суміш гомогенізують на одно- або двоступеневому гомогенізаторі. Температура гомогенізації 55–60 °С. Тиск

гомогенізації на одноступеневих гомогенізаторах становить 10,0–12,0 МПа; на двоступеневому гомогенізаторі: на першому ступені – 11,5–12,5, а на другому – 2,5–3,0 МПа.

Згущену гомогенізовану суміш фільтрують і потім подають у резервуар з помішувачем і сорочкою. Суміш періодично перемішують.

*Сушіння згущеного молока.* Сушильну розпилювальну установку готують до роботи згідно з чинною інструкцією щодо її експлуатації.

Згущену суміш насосом подають на сушарку. У виробництві продукту дотримуються таких режимів сушіння (табл. 3.13.).

Таблиця 3.13.

**Режими сушіння сухого молока з рослинною олією**

| Тип розпилювальної сушарки                                     | Температура повітря, °С   |                              |
|--|---------------------------|------------------------------|
|  | на вході у сушильну башту | на виході із сушильної башти |
| Прямотечійна з паралельним рухом сушильного повітря і продукту | 165–180                   | 65–85                        |
| Із змішаним рухом повітря і продукту                           | 140–170                   | 65–80                        |

Температура повітря не повинна перевищувати показників, зазначених у табл. 3.13., оскільки через перегрівання змінюється колір і смак продукту, знижується його розчинність.

На виході з сушильної башти сухе молоко потрібно просіювати на спеціальному ситі.

*Охолодження сухого молока.* Після просіювання сухе молоко з рослинною олією охолоджують у системі пневмотранспорту або в апаратах у віброкиплячому шарі. Охолодження сухих продуктів перед фасуванням до температури 15–20 °С є обов’язковим. Якщо сухий продукт охолоджувати у транспортній тарі, то цей процес триватиме до семи діб і може



супроводжуватись окисненням жиру, а також погіршенням змочуваності та зниженням швидкості розчинення сухого молока.

*Пакування.* Охолоджене сухе молоко з рослинною олією накопичують у бункері і подають на фасування. Для пакування сухого незбираного молока використовують споживчу або транспортну тару.

*Зберігання.* Сухе незбиране молоко зберігають при температурі від 1 до 10 °С та відносній вологості не вищій як 85 % і не більше 8 міс. від дати виготовлення, у тому числі на підприємстві-виробнику при температурі не нижчій як 1 і не вищій як 20 °С не більше 15 діб з дня виготовлення.

**Сухе молоко з гідрогенізованим жиром.** Продукт виготовляють із знежиреного молока з заміною молочного жиру гідрогенізованим жиром.

Продукт має такі органолептичні показники: зовнішній вигляд – дрібний сухий порошок або порошок, що складається із агломерованих часточок, або порошок з розмелених плівок – для молока плівкового сушіння, допускається незначна кількість грудочок, що легко розсипаються під час незначної механічної дії; смак і запах – властиві свіжому пастеризованому молоку з присмаком гідрогенізованого жиру, допускається смак перепастеризованого молока (у разі плівкового сушіння) і наявність слабого кормового присмаку; колір – білий з кремовим відтінком (для продукту розпилювального сушіння); кремовий (для продукту плівкового сушіння).

Технологічний процес виробництва сухого молока з гідрогенізованим жиром складається з таких технологічних операцій: приймання та оцінювання якості молока, очищення, охолодження, тимчасове резервування, підігрівання, сепарування, пастеризація знежиреного молока, згущення, приготування емульсії гідрожирів, приготування суміші згущеного знежиреного молока з гідрожиром, гомогенізація суміші, сушіння, охолодження, фасування, маркування, пакування.

**Фізико-хімічні показники сухого молока з гідрогенізованим жиром**

| Показники  |      |
|--|------|
| Масова частка, %:                                |      |
| вологи, не більше                                | 4,0  |
| жиру, не менше                                   | 25,0 |
| в тому числі:                                    | 7,5  |
| молочного  | –    |
| гідрогенізованого                                | 25,0 |
| Індекс розчинності, см <sup>3</sup> сирого осаду | 0,4  |
| Кислотність, °Т, не більше                       | 23   |

Особливість технології сухого молока з гідрожиром пов'язана з внесенням гідрогенізованого жиру, для чого готують емульсію з масовою часткою жиру 12–16 % із знежиреного молока і гідрогенізованого жиру. Гідрожир нагрівають до температури 61–65 °С, змішують з підігрітим до такої самої температури знежиреним молоком. Отриману суміш гомогенізують при 60–80 °С, тиск гомогенізації 10–12 МПа. Допускається замість емульсії гомогенізувати суміш молока та жиру за тих самих умов, що й емульсію.

Технологічна схема виробництва сухого молока з гідрогенізованим жиром подана на рис. 3.5.

Розрахунки, необхідні для виготовлення продукту, виконують з урахуванням планово-розрахункових показників.

Сушіння підготованої суміші згущеного молока з гідрогенізованим жиром здійснюється за тих же режимів, що й сухого знежиреного молока. Продукт сушать як на розпилювальних, так і на вальцьових сушарках.

Згущення суміші можна здійснювати на вакуум-випарних установках різних конструкцій (циркуляційні й плівкові, одно- та багатокорпусні). У згущеному молоці масова частка сухих речовин становить 30–32 %, якщо продукт виробляють на вальцьових сушарках, і 42–46 % – на розпилювальних.

**Планові показники розрахунку складу сухого молока з  
гідрогенізованим жиром**

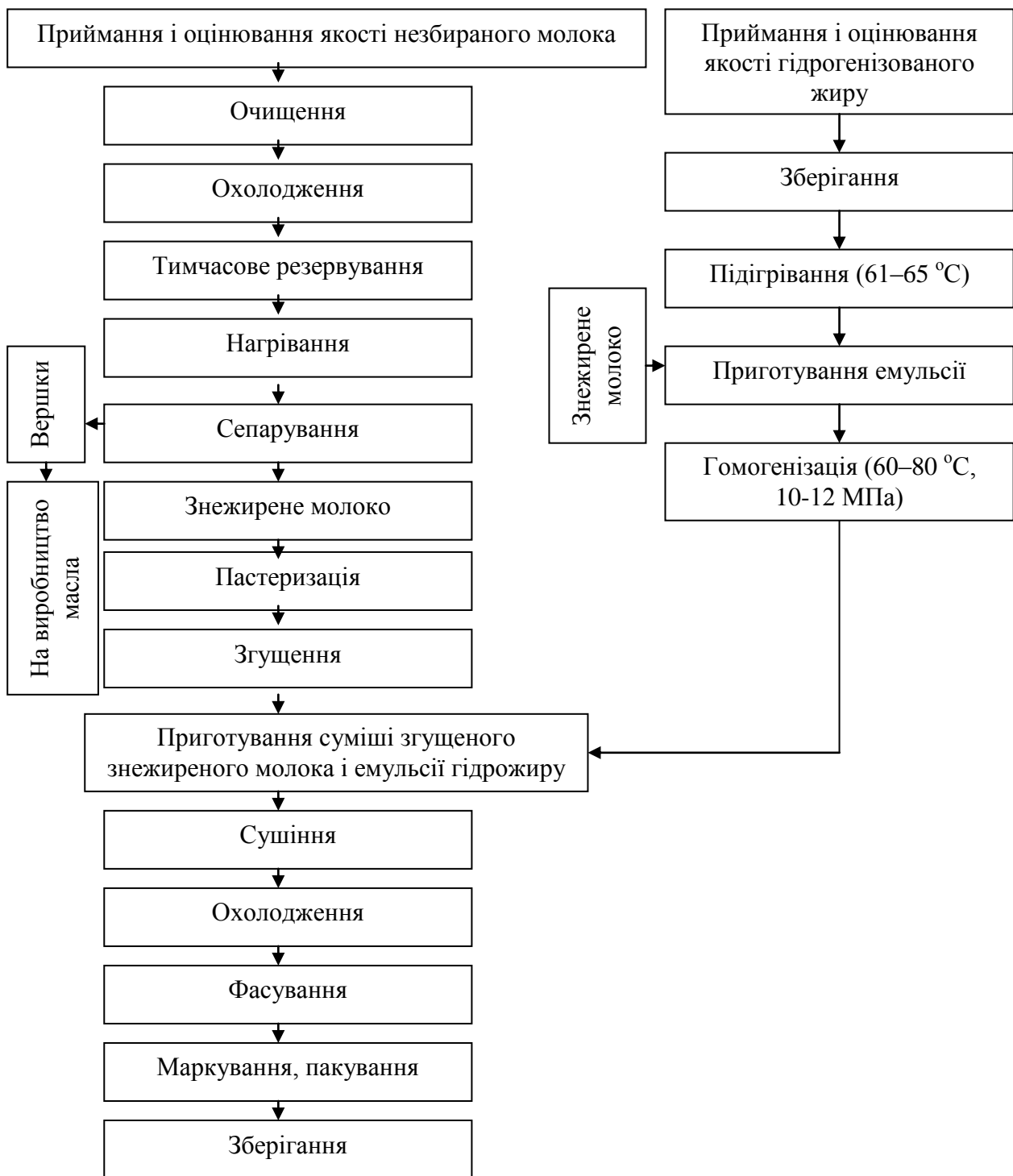
| Показники                                       |       |
|---|-------|
| Масова частка, %:                               |       |
| жиру, всього                                    | 26,1  |
| в тому числі гідрожир                           | 26,1  |
| СЗМЗ  | 70,9  |
| сухих речовин                                   | 97,0  |
| вологи  | 3,0   |
| Співвідношення $J_{\text{пр}}/СЗМЗ_{\text{пр}}$ | 0,368 |

Режим роботи розпилювальної сушарки прямотечійного типу: температура повітря, що надходить, – 170–190 °С, відпрацьованого повітря – 75–90 °С; у сушарках протитечійного або змішаного типів – відповідно 150–170 °С і 65–75 °С.

Після сушіння продукт охолоджують. Суміщення в сушарках пневмотранспортування та охолодження до 25–30 °С надає продукту високої розчинності та сипкості.

Перед сушінням молока на вальцьовій сушарці СДА-250 перевіряють проміжок між вальцями (3–5 мм), далі вальці підігрівують паром, поступово збільшуючи тиск до 0,26–0,30 МПа. Перевіряють кут нахилу ножів до поверхні вальців (він має бути 28°). Плівку сухого молока, зняту з вальців, шнеком або пневматично подають на помелювання і просіюють.

Сухе молоко з гідрогенізованим жиром фасують у споживчу тару (металеві комбіновані банки з кришками, картонні пакети з герметичною вкладкою із алюмінієвої фольги, пергаменту або целофану), а також у транспортну тару (мішки, діжки, ящики з мішками-вкладками з поліетилену, в фанерно-штамповані бочки з вкладками з поліетилену).



**Рис. 3.5. Технологічна схема виробництва сухого молока з гідрогенізованим жиром**

Сухе знежирене молоко зберігають при температурі від 0 до 10 °С при відносній вологості 85 % не більше як 8 міс. від дати виготовлення. На підприємствах-виробниках допускається зберігати продукт при температурі не вище ніж 25 °С не довше 20 діб.

**Сухе молоко з солодовим екстрактом.** Продукт виготовляють із нормалізованого молока з додаванням солодового екстракту та висушуванням на розпилувальних або вальцових сушарках.

Таблиця 3.16.

**Фізико-хімічні показники сухого молока з солодовим екстрактом**

| Показники  | Значення |
|--|----------|
| Масова частка, %:                                |          |
| вологи, не більше                                | 4,0      |
| жиру, не менше                                   | 12,0     |
| Індекс розчинності, см <sup>3</sup> сирого осаду | 0,8      |
| Кислотність, °Т, не більше                       | 20       |

Продукт має такі органолептичні показники: зовнішній вигляд – дрібний сухий порошок, допускається незначна кількість грудочок, що легко розсипаються під час механічної дії, можлива наявність темних часточок солодового екстракту; смак – властивий свіжому пастеризованому молоку з присмаком солодового екстракту; колір – білий з кремовим відтінком.

Розрахунки, необхідні для випуску продукту, виконують з урахуванням планово-розрахункових показників:

Таблиця 3.17.

**Планові показники розрахунку складу сухого молока з солодовим екстрактом**

| Показники                                       | Значення |
|---|----------|
| Масова частка, %:                               |          |
| жиру, всього                                    | 13,0     |
| СЗМЗ  | 48,5     |
| сухих речовин                                   | 97,5     |
| сухих речовин солодового екстракту              | 36,0     |
| вологи  | 2,5      |
| Співвідношення $J_{\text{пр}}/СЗМЗ_{\text{пр}}$ | 0,268    |

Технологічні особливості виготовлення молока полягають у приготуванні солодового екстракту та внесенні його у згущене молоко. Приготування солодового екстракту здійснюють таким чином. Просіюють пшеничне борошно, визначають масу, в процесі постійного перемішування засипають у місткість з половиною розрахованої маси води з температурою 25–30 °С. Потім вносять сухий солод у роздробленому вигляді та решту кількості води. Суміш перемішують 10–15 хв. і підігривають протягом 30 хв. при постійному перемішуванні до 45–47 °С, витримують 30–40 хв. для розщеплення більшої кількості білків борошна і солоду.

Далі суміш повільно протягом 60 хв. підігривають до 68–72 °С і витримують при цій же температурі. Після закінчення ферментації (визначають реакцією йоду на крохмаль) солодовий екстракт підігривають до температури 80–85 °С, витримують не менше 30 хв., фільтрують і очищують на сепараторі-молокоочиснику. Масова частка сухих речовин в екстракті має бути не менше за 19 %. Екстракт охолоджують до 2–6 °С і зберігають не більше 24 год. У разі необхідності зберігання екстракту його пастеризують при температурі 80–85 °С, а далі охолоджують.

Перед змішуванням екстракту із згущеним молоком рН екстракту доводять до 6,7 додаванням карбонату натрію. Після змішування екстракту із згущеним молоком суміш ретельно перемішують протягом 20 хв. Суміш згущеного молока та солодового екстракту пастеризують при температурі не менше як 90 °С без витримання. Суміш згущують до масової частки сухих речовин 43–45 %, густина при 20 °С має бути 1152–1200 кг/м<sup>3</sup>.

**Сухі суміші для морозива.** Морозиво стає продуктом із багатокомпонентним складом сировини і до його рецептур включають нові повноцінні інгредієнти молочного та рослинного походження.

Сучасний асортимент сухих сумішей для морозива досить широкий.

Фізико-хімічні показники основних видів сухих сумішей для морозива наведені в табл. 3.18.

**Фізико-хімічні показники сухих сумішей для морозива**

| Суха суміш                        | Масова частка, %  |                |                 | Кислотність відновленої суміші, °Т | Індекс розчинності сирого осаду, см <sup>3</sup> , не більше |
|-----------------------------------|-------------------|----------------|-----------------|------------------------------------|--|
|                                   | вологи, не більше | жиру, не менше | цукру, не менше |                                    |  |
| Пломбір Домашній                  | 4,0               | 41,7           | 31,1            | 24                                 | 0,7  |
| Вершково-білкова                  | 4,0               | 22,0           | 38,0            | 24                                 | 0,7  |
| Вершкова                          | 4,0               | 27             | 38,9            | 24                                 | 0,7  |
| Вершково-шоколадна                | 4,0               | 25,9           | 36,2            | –                                  | 0,7  |
| Вершково-кавова                   | 4,0               | 26,6           | 37,1            | –                                  | 0,7  |
| Молочна                           | 4,0               | 11,0           | 48,9            | 24                                 | 0,7  |
| Молочна з підвищеним вмістом жиру | 4,0               | 15,3           | 45,8            | 24                                 | 0,7  |

Органолептичні показники сухих сумішей для морозива мають відповідати таким вимогам:

**Органолептичні показники сухих сумішей для морозива**

| Назва показника | Характеристика  |
|-----------------|---|
| Смак і запах    | Чистий солодкий з вираженою пастеризацією без сторонніх присмаків і запахів. Для сумішей з наповнювачами – з присмаком наповнювачів |
| Консистенція    | Дрібний сухий порошок. Допускається наявність кристалів цукру і грудочок, які легко розсипаються при механічній дії                 |
| Колір           | Білий з кремовим відтінком або зумовлений внесеним наповнювачем   |

Сухі суміші для морозива отримують двома способами:

- висушуванням отриманих згідно з рецептурами рідкої суміші із молочної сировини, цукру, стабілізаторів, наповнювачів;
- змішуванням сухої суміші для морозива з цукровою пудрою, наповнювачами та стабілізаторами структури.

Послідовність технологічного процесу виготовлення сухих сумішей для морозива за першим способом така (рис. 3.6.): приймання та підготовка сировини, складання суміші, пастеризація, згущення, гомогенізація, складання суміші, сушіння, охолодження, змішування сухих компонентів, фасування, пакування, зберігання.

*Приймання та підготовка сировини.* Незбиране молоко, вершки, сухі молочні продукти, вершкове масло, рослинні жири, цукор, стабілізатори, наповнювачі приймають за масою та якістю. У разі необхідності тимчасово зберігають та готують до внесення у суміш.

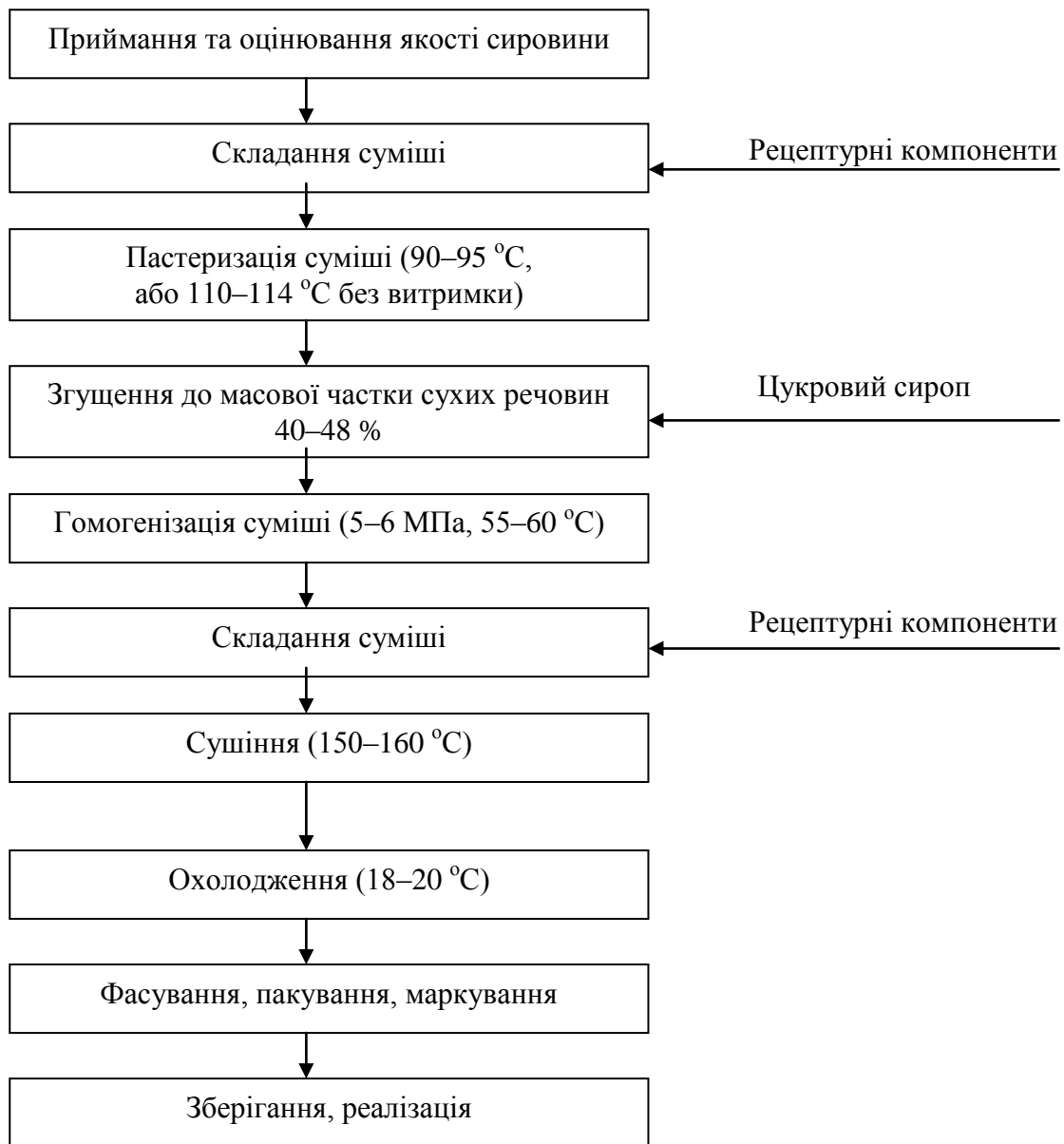
*Складання суміші.* Здійснюють розрахунки, необхідні для приготування сумішей. Молоко нормалізують з урахуванням планово-розрахункових показників (табл. 3.19.). Основні рецептури наведені у табл. 3.20.

З метою покращення консистенції готових відновлених продуктів під час складання суміші додають солі-стабілізатори (фосфорнокислий двозаміщений натрій або лимоннокислий тризаміщений натрій). Доза їх внесення 0,4 % від маси готового продукту в вигляді водного розчину з концентрацією 25 %.

Цукор можна вносити у такому вигляді: цукровий сироп; цукрова пудра, змішана з сухими компонентами; комбінованим способом: частина – сироп у згущену суміш, решта – цукрова пудра в суху суміш.

Цукровий сироп готують у сироповарильних котлах, його доводять до кипіння та фільтрують. У разі змішування сухих компонентів цукор-пісок просіюють, подрібнюють до цукрової пудри та обробляють бактерицидними лампами.





**Рис. 3.19. Технологічна схема виробництва сухих сумішей для морозива**

Крохмаль (стабілізатор) попередньо готують у резервуарах з сорочкою, крохмаль змішують із нормалізованою сумішшю у співвідношенні 1:20, перемішують, нагрівають при постійному перемішуванні до 95 °С, витримують при цій температурі 10 хв. Отриманий розчин фільтрують через декілька шарів марлі. Розчини агару й агароїду готують у резервуарах, куди до них додають десятикратний об'єм води, доводять до температури 75–80 °С. Можливе

використання інших стабілізаторів або стабілізаційних систем, які не потребують додаткової підготовки.

Готують смакові наповнювачі. Какао вносять у вигляді какао-цукрового сиропу. З натуральної кави готують екстракт. Внесення какао і кави відбувається так, як у виробництві згущених молочних продуктів із цукром і наповнювачами.

*Пастеризація.* Отриману нормалізовану суміш спрямовують на пастеризацію на трубних пастеризаційних установках або на підігрівачах вакуум-випарних установок. Режими пастеризації залежать від масової частки жиру у нормалізованій суміші та наявного на підприємстві обладнання, їх встановлюють не нижче, як 90–95 °С або 110–114 °С.

*Згущення.* Гаряча пастеризована суміш надходить у вакуум-випарний апарат, де згущується до масової частки сухих речовин 36–37 %. Після чого вносять цукровий сироп і згущують до 40–48 % сухих речовин залежно від виду продукту. Якщо цукор вводять у вигляді цукрової пудри, то молочну суміш без цукру згущують до масової частки сухих речовин 40–43 %.

*Гомогенізація.* Згущену багатокомпонентну суміш гомогенізують при температурі 55–60 °С, тиску 5–6 МПа.

*Складання суміші.* У гомогенізовану суміш вносять підготовані рецептурні компоненти, фільтрують та спрямовують на сушіння.

*Сушіння.* Сушіння здійснюють на розпилювальних сушарках. Режим сушіння: температура повітря на вході в башту – 150–160 °С, на виході з неї – 70–80 °С. Сухі суміші для морозива охолоджують так само, як й інші молочні продукти.

*Змішування сухих компонентів.* Суху молочну основу змішують з цукровою пудрою та необхідними рецептурними компонентами у змішувачах спеціальних конструкцій.

Готові сухі суміші для морозива подають на фасування.

Сухі суміші для морозива зберігають при температурі не вище як 10 °С і відносній вологості повітря 85 % не більше як 6 міс.

Таблиця 3.19.

## Планово-розрахункові показники нормалізації сухих сумішей для морозива

| Найменування показників                           | Суха суміш для морозива |            |       |                        |       |                          |                       |           |   |       |
|---|-------------------------|------------|-------|------------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-----------|---|-------|
|   | пломбіру<br>домашнього  | вершкового |       | вершково-<br>білкового |       | вершково-<br>шоколадного | вершково-<br>кавового | молочного | молочного з<br>підвищеним<br>вмістом жиру |       |
|   |                         | 1          | 2     | 1                      | 2     |                          |                       |           | 1   | 2     |
| Волога, %   | 1,2                     | 1,7        | 1,7   | 1,7                    | 1,7   | 1,7                      | 1,7                   | 1,2       | 1,2                                       | 1,2   |
| Жир, %  | 42,7                    | 27,9       | 27,9  | 22,7                   | 22,7  | 26,7                     | 27,6                  | 11,5      | 15,8                                      | 15,8  |
| Сухий знежирений молочний залишок, %              | 21,4                    | 27,9       | 25,5  | 34,0                   | 34,0  | 26,7                     | 27,6                  | 32,4      | 31,4                                      | 31,4  |
| Сахароза, %                                       | 32,6                    | 39,8       | 39,8  | 39,0                   | 39,0  | 37,2                     | 37,9                  | 50,3      | 47,2                                      | 47,2  |
| Крохмаль картопляний або кукурудзяний желюючий, % | 2,1                     | 2,7        | –     | 2,6                    | –     | 2,6                      | 2,6                   | 4,6       | 4,4                                       | –     |
| Крохмаль картопляний набухаючий, %                | –                       | –          | 5,2   | –                      | 2,6   | –                        | –                     | –         | –   | 4,4   |
| Какао, %  | –                       | –          | –     | –                      | –     | 5,1                      | –                     | –         | –   | –     |
| Кава (екстрактивні речовини), %                   | –                       | –          | –     | –                      | –     | –                        | 2,6                   | –         | –   | –     |
| $J_{\text{пр}}/\text{СОМО}_{\text{пр}}$           | 2                       | 1          | 1,094 | 0,666                  | 0,666 | 1                        | 1                     | 0,355     | 0,503                                     | 0,503 |

Таблиця 3.20.

## Рецептури сухих сумішей для морозива, кг на 1000 кг сухої суміші

| Сировина та основні матеріали  | Витрати компонентів за рецептурою для сухих сумішей для морозива |            |        |                        |       |                          |                       |           |   |        |
|--|--|------------|--------|------------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-----------|---|--------|
|  | пломбіру<br>домашнього   | вершкового |        | вершково-<br>білкового |       | вершково-<br>шоколадного | вершково-<br>кавового | МОЛОЧНОГО | МОЛОЧНОГО З<br>ПІДВИЩЕНИМ<br>ВМІСТОМ ЖИРУ |        |
|  |  | 1          | 2      | 1                      | 2     |                          |                       |           | 1   | 2      |
| 1  | 2  | 3          | 4      | 5                      | 6     | 7                        | 8                     | 9         | 10  | 11     |
| Молоко незбиране з масовою часткою жиру 3,5 % та сухих знежирених речовин 8,78 % | 1876,0   | 2905,0     | 2613,0 | 3736                   | 3736  | 2780                     | 2873,6                | 3278,2    | 3525,2                                    | 3525,2 |
| Вершки з масовою часткою жиру 40 % та сухих знежирених речовин 5,4 %             | 903,4  | 443,3      | 468,9  | 240,6                  | 240,6 | 424,3                    | 438,6                 | –         | 86,6                                      | 86,6   |
| Знежирене молоко з масовою часткою жиру 0,05 % та сухих знежирених речовин 5,4 % | –  | –          | –      | –                      | –     | –                        | –                     | 439,4     | –   | –      |
| Цукор буряковий з масовою часткою сухих речовин сахарози 99,75 %                 | 327  | 399        | 390    | 391                    | 391   | 373                      | 380                   | 504       | 473                                       | 473    |

Продовження таблиці 3.20.

| 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Крохмаль картопляний або кукурудзяний для холодильної промисловості | 21    | 27    | –     | 26    | –     | 26    | 26    | 46    | 44    | –     |
| Крохмаль картопляний набухаючий харчовий                            | –     | –     | 52    | –     | 26    | –     | –     | –     | –     | 44    |
| Какао   | –     | –     | –     | –     | –     | 51    | –     | –     | –     | –     |
| Кава (екстрактивні речовини)  | –     | –     | –     | –     | –     | –     | 26    | –     | –     | –     |
| Натрій фосфорнокислий двозаміщений або лимонно-кислий тризаміщений  | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     |
| Аскорбінова кислота   | 0,427 | 0,279 | 0,279 | 0,227 | 0,277 | 0,267 | 0,276 | 0,115 | 0,158 | 0,158 |

**Сухі консерви із стевією.** Сухі молочні консерви широко застосовуються при виробництві молочних, кондитерських та хлібобулочних виробів, які займають значну частку в структурі раціонів харчування дітей та дорослих. Виходячи з цього, розроблення нових солодких продуктів, із складу котрих виключений цукор, і натомість введений сахарол або водний екстракт із листа стевії, має актуальне значення.

Підсолоджувачі із стевії – це некалорійні смакові добавки, обмін їх у організмі відбувається без участі гормону інсуліну. Таке сухе солодке молоко рекомендоване для дієтичного та лікувально-профілактичного харчування людей із захворюваннями підшлункової залози, цукрового діабету, атеросклерозу, ожиріння, карієсу, а також для профілактики названих і інших захворювань, при яких використання цукру протипоказане.

Як підсолоджувач вносять продукти рослини стевії – сахарол або водний екстракт із її листя. Сахарол кількістю 0,29–1,21 % до маси готового продукту попередньо розчиняють у воді в співвідношенні сахарол : вода 1:2–1:3 при температурі 45–50 °С з ретельним перемішуванням протягом 2–3 хв. і наступною пастеризацією отриманого розчину при температурі 92–96 °С без витримки. При використанні водного екстракту листя, взятого кількістю 3,0–4,0 % до маси готового продукту заливають водою у співвідношенні листя: вода 6:100, настоюють при температурі 80–85 °С протягом 20–30 хв. і відфільтровують.

Одержане таким чином солодке молоко пастеризують при температурі 93–97 °С без витримки, згущують до вмісту сухих речовин більше 29 %, але менше 33 % для знежиреного молока та більше 47 %, але менше 53 % для незбираного молока при температурі кипіння: для однокорпусних апаратів 54–58 °С в середині згущення та 60–64 °С у кінці, для двохкорпусних апаратів 70–80 °С – у першому корпусі та 50–54 °С – у другому корпусі. Потім згущене незбиране молоко гомогенізують на одно- та двохступеневих гомогенізаторах при температурі 65–75 °С, і тиску 10–12 МПа. Сушіння солодкого згущеного молока здійснюють на розпилювальних або вальцевих сушарках. Висушене до

вмісту сухих речовин не менше 96% солодке молоко охолоджують в процесі транспортування його від сушильної камери до розвантажувального обладнання. Охолоджене до 20–28 °С молоко розфасовують у крафт-мішки, масою 5–10 кг.

### **Сухі суміші для морозива лікувально-профілактичного призначення.**

Відомо, що повноцінне раціональне харчування дає позитивні результати в зниженні захворюваності та поліпшенні показників здоров'я населення.

Найвідоміші суміші для морозива, що виготовлені способом сухого змішування інгредієнтів і в своєму складі містять суху молочну основу, цукор та стабілізатор. У традиційних сумішах для морозива передбачається використання цукру, який має високу енергетичну цінність і не може бути рекомендований як компонент десертів лікувально-профілактичного призначення.

Найбільш розповсюдженими підсолоджувачами є глюкозно-фруктозні сиропи, фруктоза, сорбіт, ксиліт, стевіозид. Сиропи не задовольняють вимогам технології одержання сухих сумішей, сорбіт і ксиліт мають низький ступінь солодкості, тобто їх використання приведе до утворення несолодкого продукту або до надто великої кількості вуглеводів у продукті. Стевіозид часто надає продукту гіркого смаку та має погану розчинність.

Як підсолоджуючий компонент у сухих сумішах для морозива запропоновано використовувати природний цукрозамінник – фруктозу, яка має ступінь солодкості 150–170 %, тому в сумішах можна знизити масову частку фруктози до 25–27 %. Така доза цукрозамінника забезпечить у готовому морозиві приємний солодкий смак.

Важливою складовою будь-якого продукту виступають смакові наповнювачі, які не тільки формують органолептичні властивості, але й збагачують продукт біологічно цінними інгредієнтами. Як смакові наповнювачі для сумішей морозива лікувально-профілактичного призначення запропоновано використовувати сухі концентрати цикорію, топінамбуру та плодово-ягідних соків.

Цикорій як наповнювач надає суміші приємного смаку та аромату. Більша частина його вуглеводного складу (50,0–58,0 %) припадає на інулін, який і визначає основну харчову цінність цикорію. Він має цінні дієтичні властивості: регулює функціональну діяльність шлунково-кишкового тракту, позитивно впливає на лікування цукрового діабету, застосовується для загального зміцнення організму та як заспокійливий засіб. Рекомендована доза внесення цикорію 3,5–4,5 %.

Нетрадиційним наповнювачем виступає також інуліновмістна сировина – сухий концентрат топінамбура. Вуглеводи топінамбура представлені фруктозою та її похідними, їх частка становить до 60,0 % від маси сухих речовин. Білки цієї сировини включають амінокислоти: лізин, аргінін, треонін, тирозин, валін, фенілаланін, лейцин, триптофан.

Використання топінамбура нормалізує вуглеводневий і жировий обмін, сприяє зниженню концентрації глюкози в крові, що дуже важливо для хворих, які страждають на цукровий діабет та порушення обміну речовин. Важливою особливістю топінамбура є посилення імунізаційної функції організму, очищення від радіонуклідів, важких металів. Завдяки вмісту фруктози, інуліну, різних мінеральних компонентів, вітамінів, пектинових речовин топінамбур є цінною речовиною для харчової промисловості. Водночас використання лише сухого концентрату топінамбура не забезпечує приємного смаку сумішей. Науковцями запропоновані сухі композиції цикорію та топінамбура у співвідношенні 1:1, поєднання яких надасть суміші не тільки приємного смаку й аромату, але й високої харчової та біологічної цінності. Рекомендована доза внесення композиції цикорію та топінамбура 4,0–6,0 %.

Перспективним виглядає покриття дефіциту вітамінів, білків, вуглеводів, мінеральних речовин у харчуванні людини використанням плодово-ягідних соків. Сухі порошки плодово-ягідних соків, концентрати, що містять в собі органічні кислоти, вуглеводи, пектинові речовини, вітаміни, мінеральні та інші біологічно активні речовини. Такі соки відзначаються високою споживчою



цінністю та легко засвоюються організмом завдяки вмісту редуруючих цукрів (глюкози, фруктози).

До складу сухих плодово-ягідних порошків входять мінеральні речовини, які відіграють важливу роль у біохімічних процесах людини. Із зольних елементів у соках містяться: калій, натрій, кальцій, магній, залізо, марганець, алюміній, сірка, фтор, кремній, хлор. Цінною складовою частиною плодово-ягідних соків є вітаміни: вітамін С (аскорбінова кислота), провітаміни А (каротин), вітамін В<sub>1</sub> (тіамін) та вітамін В<sub>2</sub> (рибофлавін).

Використання плодово-ягідних порошків має великі переваги порівняно зі свіжою сировиною. Такі порошки не потребують великих витрат на транспортування. Термін їх зберігання у 2–3 рази перевищує термін зберігання свіжої сировини. Рекомендована доза внесення сухих соків 2,0–3,0 %.

З метою забезпечення одержання високоякісного морозива з ніжною кремоподібною консистенцією було запропоновано використання спеціально підібраної інтегрованої стабілізаційної системи. Інтегрована стабілізаційна система дає ефект, який не можна досягнути лише у разі використання окремого стабілізатора. Як інтегрована система використовуються такі складові: пектин і желатин у співвідношенні 1:1 (стабілізуюча частина) і моногліцериди 1 частина (емульгуюча частина). Емульгатори (моногліцериди) сприяють утворенню стійкої емульсії, вони відіграють важливу роль у формуванні структури продукту. Основний ефект використання стабілізаційної системи (пектин + желатин) – це утворення гомогенної консистенції, рівномірний розподіл часточок суміші по всій масі продукту.

Саме таке поєднання пектину, желатину та моногліцеридів у співвідношенні 1:1:1 дає змогу отримати морозиво з необхідним рівнем збитості, кремоподібною ніжною консистенцією, стійкою структурою, високою здатністю до танення. Така інтегрована система забезпечує стабільність якості морозива: утворення ніжної кремоподібною консистенції; підвищення збитості; покращення органолептичних показників.

Розроблені сухі суміші для морозива, до складу яких входять: молочна основа, фруктоза, цикорій, топінамбур, плодово-ягідні соки та інтегрована стабілізаційна система. Запропоновані продукти дають можливість отримати морозиво оздоровчого та лікувально-профілактичного характеру стабільно високої якості.

**Молоко сухе знежирене з плодово-ягідними соками.** Продукт отримують згущенням, змішуванням і висушуванням знежиреного молока з плодово-ягідними соками на розпилювальних сушарках. Він призначається для виробництва сухих сумішей для морозива, кондитерських виробів, коктейлів.

Види продукту: сухе знежирене молоко з яблучним або виноградним соком. Сухе знежирене молоко з плодово-ягідними соками містить вологи не менше як 5 %. Кислотність – не більше як 50 °Т, індекс розчинності – 1,0 см<sup>3</sup> сирого осаду.

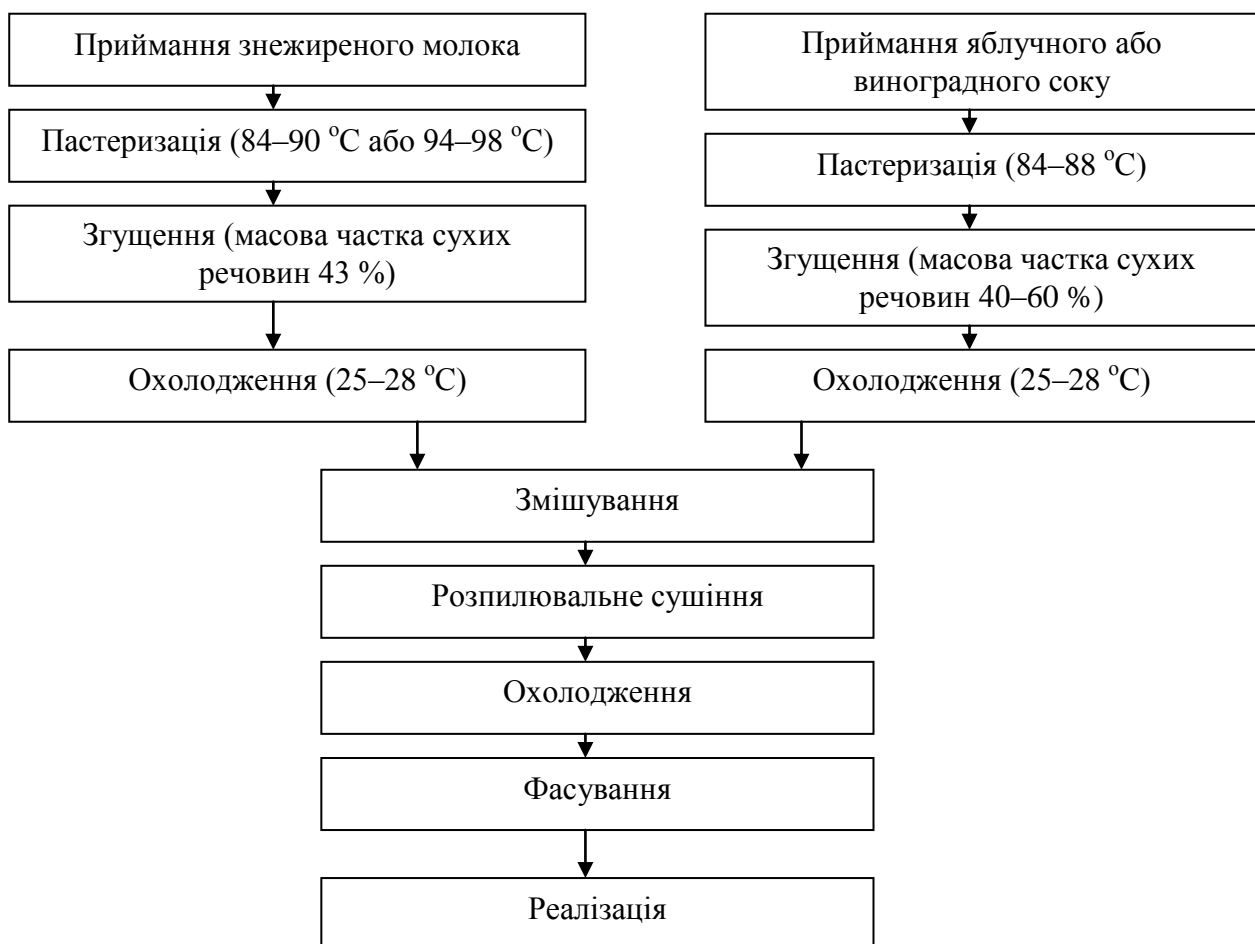
Сировиною для виробництва продукту є знежирене молоко кислотністю не вище як 20 °Т, яблучний або виноградний соки концентровані або напівфабрикати асептичного консервування.

Послідовність технологічного процесу виробництва сухого знежиреного молока із плодово-ягідними соками така (рис. 3.7.): приймання знежиреного молока, пастеризація, згущення, приймання та підготовка соку, змішування компонентів, сушіння, охолодження, фасування, пакування, маркування, зберігання.

Знежирене молоко пастеризують при температурі 84–90 або 94–98 °С, згущують до масової частки сухих речовин 43 %, фільтрують, охолоджують до 25–28 °С. Соки приймають, контролюють їх якість, у разі потреби зберігають. Концентрований сік фільтрують, а сік-напівфабрикат пастеризують при температурі 84–88 °С, охолоджують і згущують у вакуум-апаратах до концентрації сухих речовин 40–60 %, згущений плодово-ягідний сік фільтрують. Підготований сік змішують із знежиреним молоком за допомогою диспергатора.

У разі відсутності на виробництві диспергатора охолоджений концентрований сік вводять струменем у згущене знежирене молоко та інтенсивно перемішують до однорідної консистенції. Суміш сушать на розпилювальній сушарці. Температура повітря на вході до сушарки 160–175 °С, на виході – 65–75 °С, залежно від конструкції сушильної установки. Сухе знежирене молоко з соком охолоджують до температури 25–30 °С у пневмотранспортній системі.

Продукт фасують у транспортну тару, зберігають при температурі від 1 до 10 °С і відносній вологості повітря 85 % не довше як 8 міс.



**Рис. 3.7. Технологічна схема виробництва сухого знежиреного молока з плодово-ягідними соками**

**Сухі розчинні молочні суміші для кавових напоїв.** Ці продукти призначені для приготування кавових напоїв у домашніх умовах і в закладах громадського харчування. Вони містять масову частку вологи не більше як 5 %, цукру – від 11,5 до 29,5 %. Індекс розчинності сухих сумішей – не більше як 0,4 см<sup>3</sup> сирого осаду.

Сухі розчинні кавові напої одержують двома способами: змішуванням сухих молочних продуктів із сухими підготовленими наповнювачами; висушуванням на розпилювальних сушарках молочних сумішей із знежиреного молока, маслянки, сироватки, цикорію, полісолодового екстракту, цукру (або без нього).

За першим способом сухі знежирені молочні продукти, отримані розпилювальним сушінням, дозують і змішують із відповідними компонентами, суміш ретельно перемішують і фасують.

Другий спосіб передбачає виконання технологічних операцій у такій послідовності: нормалізація, пастеризація, згущення, підготовка наповнювачів, складання молочно-рослинної суміші, гомогенізація, сушіння, охолодження, фасування. Суміш знежиреного молока і маслянки пастеризують при температурі 88–92 °С, суміш із сироваткою – при нижчих температурах – до 76–80 °С. Суміші згущують, фільтрують, охолоджують, вносять підготовані компоненти (цукровий сироп, цикорій, полісолодовий екстракт тощо). Молочно-рослинну суміш гомогенізують при температурі 60–70 °С під тиском 10 МПа. Суміш сушать на розпилювальній сушарці, охолоджують і фасують.

Сухі розчинні молочні суміші для кавових напоїв зберігають при температурі від 1 до 10 °С і відносній вологості 85 % не більше як 6 міс.

**Сухі десертні суміші.** Асортимент сухих десертних сумішей включає сухі суміші для коктейлів і пудингів. У рецептурах сухих десертних сумішей удосконалено вуглеводний склад за рахунок використання природного цукрозамінника фруктози та наповнювачів рослинного походження (ячмінно-солодового екстракту, цикорію, топінамбура), які надають продуктам оздоровчих властивостей.

Залежно від сировини, яка використовується, сухі молочні суміші випускають таких видів: суха суміш для коктейлю «Українського»: молочна, цикорна, цикорно-солодова; суха суміш для коктейлю «Столичного»: молочна, цикорна, цикорно-солодова; суха суміш для пудингу «Українського»: молочна, цикорна, цикорно-солодова, цикорна з топінамбуром, шоколадна; суха суміш для пудингу «Столичного»: молочна, цикорна, цикорно-солодова цикорна з топінамбуром, шоколадна.

Сухі десертні суміші для коктейлів та пудингів (СДС) виготовляються змішуванням сухого знежиреного молока з сухими смаковими наповнювачами з додаванням цукру або фруктози, ваніліну та стабілізатора і призначенні для приготування коктейлів та пудингів на підприємствах торгівлі, у мережах громадського харчування, а також у домашніх умовах.

За органолептичними показниками сухі десертні суміші відповідають таким вимогам, наведеним у табл. 3.21.

Таблиця 3.21.

### Органолептичні показники сухих десертних сумішей

| Назва показника               | Характеристика   |
|-------------------------------|--|
| Зовнішній вид та консистенція | Однорідний порошок, допускається наявність крупинок наповнювачів та грудочок, що легко руйнуються при механічній дії             |
| Смак і аромат                 | Приємний, солодкий з вираженим присмаком і ароматом наповнювачів, без сторонніх присмаків та ароматів                            |
| Колір                         | Білий з кремовим відтінком для цикорних сумішей – кремово-коричневий різних відтінків, для шоколадної суміші – світло-коричневий |

За фізико-хімічними показниками сухі молочні суміші для коктейлів мають відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.22.

**Фізико-хімічні показники сухих молочних сумішей для коктейлів**

| Показник   | Норма для сухих молочних сумішей і пудингів |         |                      |         |          |                      |  |
|--|---|---------|----------------------|---------|----------|----------------------|--|
|  | Українські                                  |         |                      |         | Столичні |                      |  |
|  | Молочна                                     | Цикорна | Цикорно-<br>солодова | Молочна | Цикорна  | Цикорно-<br>солодова |  |
| Масова частка вологи, %, не більше   | 5,0   | 5,0     | 5,0                  | 5,0     | 5,0      | 5,0                  |  |
| Масова частка вуглеводів, %, не менше  | 57,5  | 57,5    | 43,5                 | 37,0    | 37,0     | 28,0                 |  |
| Активна кислотність відновленої суміші до масової частки сухих речовин, 15 %, рН, не менше | 6,3   | 6,2     | 5,9                  | 6,3     | 6,2      | 5,9                  |  |
| Індекс розчинності, см <sup>3</sup> сирого осаду, не більше                                | 0,15  | 0,15    | 0,15                 | 0,20    | 0,20     | 0,20                 |  |

За фізико-хімічними показниками сухі молочні суміші для пудингів мають відповідати вимогам, наведеним в табл. 3.23., 3.24.

За мікробіологічними показниками сухі молочні суміші мають відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.25.

Послідовність технологічних операцій виробництва сухих десертних сумішей способом сухого змішування компонентів: приймання та зберігання сировини; підготовка й дозування компонентів; змішування компонентів; фасування сумішей. Такий спосіб має переваги, що полягають у простоті технології й отриманні готових продуктів з підвищеною якістю, оскільки інгредієнти не підлягають тепловій обробці, яка супроводжується руйнуванням складових сировини, зміною їх кольору та смаку.

Таблиця 3.23.

**Фізико-хімічні показники сухих молочних сумішей для пудингів  
«Українських»**

| Показник   | Норма для сухих молочних сумішей |         |                      |                           |           |
|--|----------------------------------|---------|----------------------|---------------------------|-----------|
|  | Молочна                          | Цикорна | Цикорно-<br>солотова | Цикорна з<br>топінамбуром | Шоколадна |
| Масова частка вологи, %, не більше                   | 5,0                              | 5,0     | 5,0                  | 5,0                       | 5,0       |
| Масова частка вуглеводів, %, не менше                | 29,5                             | 29,5    | 18,5                 | 29,5                      | 35,5      |
| Активна кислотність відновленої суміші, рН, не менше | 6,3                              | 6,2     | 5,9                  | 6,1                       | 6,3       |

Таблиця 3.24.

**Фізико-хімічні показники сухих молочних сумішей для пудингів «Столичних»**

| Показник   | Норма для сухих молочних сумішей |         |                      |                                |           |
|--|----------------------------------|---------|----------------------|--------------------------------|-----------|
|  | Молочна                          | Цикорна | Цикорно-<br>солотова | Цикорна з<br>топінам-<br>буром | Шоколадна |
| Масова частка вологи, %, не більше                   | 5,0                              | 5,0     | 5,0                  | 5,0                            | 5,0       |
| Масова частка вуглеводів, %, не менше                | 17,0                             | 17,0    | 10,5                 | 21,0                           | 35,5      |
| Активна кислотність відновленої суміші, рН, не менше | 6,3                              | 6,2     | 5,9                  | 6,1                            | 6,3       |

**Мікробіологічні показники сухих молочних сумішей**

| Назва показника   |                 |
|---|-----------------|
| Загальна кількість мезофільних аеробних та мезофільних анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше | $5 \times 10^4$ |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонелла, в 25 г продукту                       | не допускаються |
| Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,1 г продукту  | не допускаються |
| Дріжджі, КУО/г, не більше   | $1 \cdot 10^2$  |
| Плісняві гриби, КУО/г, не більше  | $2 \cdot 10^2$  |

Сировина та основні матеріали, що застосовуються у виробництві сухих молочних сумішей, приймаються за масою та якістю. Цукор та фруктозу необхідно зберігати в сухому (відносна вологість повітря не більше 70 %) і добре вентильованому приміщенні для запобігання зволоженню. Із цією самою метою сухі топінатур, цикорій та ячмінно-солодовий екстракт необхідно зберігати в сухому і добре вентильованому приміщенні. Крохмаль та желатин необхідно зберігати в закритих приміщеннях із відносною вологістю повітря не більше відповідно 75 та 70 %.

Підготовані компоненти: сухе знежирене молоко, наповнювачі, стабілізатори зважують або дозують за допомогою спеціальних дозаторів. Цукор або фруктозу просіюють і після обробки бактерицидними лампами подають на змішувач.

Рецептури на СДС наведені у табл. 3.26.–3.30. Процес змішування проводять у спеціальних змішувачах до отримання однорідної консистенції за всією масою суміші, тривалість змішування 20–30 хв. Отриману суміш направляють на пакування та маркування. Пакування та маркування сухих молочних сумішей проводиться згідно з технічними умовами на цей продукт.



Сухі молочні суміші повинні зберігатися за температури не вище 20 °С та відносній вологості повітря не більше 75 %, не довше 6 міс. від дати виготовлення, в тому числі не більше 15 діб на підприємстві-виробнику.

Таблиця 3.26.

**Рецептури сухих десертних сумішей для коктейлів «Українських»,  
кг/1000 кг без урахування норм витрат**

| Сировина  | Суміш        |         |       |                  |       |       |       |
|---|--------------|---------|-------|------------------|-------|-------|-------|
|   | молоч-<br>на | цикорна |       | цикорна-солодова |       |       |       |
|   | 1            | 2       | 3     | 4                | 5     | 6     | 7     |
| Сухе знежирене молоко з масовою часткою сухих речовин 95 %            | 361,7        | 321,7   | 311,7 | 196,7            | 184,2 | 186,7 | 174,2 |
| Цукор білий з масовою часткою сухих речовин 99,6 %                    | 575,0        | 575,0   | 575,0 | 450,0            | 437,5 | 450,0 | 437,5 |
| Сухий цикорій з масовою часткою сухих речовин 96 %                    | –            | 40,0    | 50,0  | 40,0             | 40,0  | 50,0  | 50,0  |
| Сухий ячмінно-солодовий екстракт з масовою часткою сухих речовин 95 % | –            | –       | –     | 250,0            | 275,0 | 250,0 | 275,0 |
| Крохмаль картопляний  | 63,0         | 63,0    | 63,0  | 63,0             | 63,0  | 63,0  | 63,0  |
| Ванілін   | 0,3          | 0,3     | 0,3   | 0,3              | 0,3   | 0,3   | 0,3   |
| Всього  | 1000         | 1000    | 1000  | 1000             | 1000  | 1000  | 1000  |

**Рецептури сухих десертних сумішей для коктейлів «Столичних»,  
кг/1000 кг без урахування норм витрат**

| Сировина  | Суміш        |         |       |                  |       |       |       |
|---|--------------|---------|-------|------------------|-------|-------|-------|
|   | молоч-<br>на | цикорна |       | цикорна-солодова |       |       |       |
|   | 1            | 2       | 3     | 4                | 5     | 6     | 7     |
| Сухе знежирене молоко з масовою часткою сухих речовин 95 %            | 566,7        | 515,7   | 526,7 | 356,7            | 341,7 | 346,7 | 371,7 |
| Фруктоза з масовою часткою сухих речовин 99,7 %                       | 370,0        | 370,0   | 370,0 | 290,0            | 280,0 | 290,  | 280,0 |
| Сухий цикорій з масовою часткою сухих речовин 96 %                    | –            | 40,0    | 50,0  | 40,0             | 40,0  | 50,0  | 50,0  |
| Сухий ячмінно-солодовий екстракт з масовою часткою сухих речовин 95 % | –            | –       | –     | 250,0            | 275,0 | 250,0 | 275,0 |
| Крохмаль картопляний  | 63,0         | 63,0    | 63,0  | 63,0             | 63,0  | 63,0  | 63,0  |
| Ванілін   | 0,3          | 0,3     | 0,3   | 0,3              | 0,3   | 0,3   | 0,3   |
| Всього  | 1000         | 1000    | 1000  | 1000             | 1000  | 1000  | 1000  |

Таблиця 3.28.

**Рецептури сухих десертних сумішей для пудингів «Українських»,  
кг/1000 кг без урахування норм витрат**

| Сировина  | Суміш        |         |       |                  |       |       |       |           |       |
|---|--------------|---------|-------|------------------|-------|-------|-------|-----------|-------|
|   | молоч-<br>на | цикорна |       | цикорно-солодова |       |       |       | шоколадна |       |
|   | 1            | 2       | 3     | 4                | 5     | 6     | 7     | 8         | 9     |
| Сухе знежирене молоко з масовою часткою сухих речовин 95 %            | 539,8        | 516,6   | 508,9 | 439,3            | 408,3 | 431,6 | 400,6 | 446,4     | 430,9 |
| Цукор білий з масовою часткою сухих речовин 99,6 %                    | 295,0        | 295,0   | 295,0 | 217,7            | 186,8 | 217,7 | 186,8 | 357,5     | 357,5 |
| Сухий цикорій з масовою часткою сухих речовин 96 %                    | –            | 23,2    | 30,9  | 23,2             | 23,2  | 30,9  | 30,9  | –         | –     |
| Сухий ячмінно-солодовий екстракт з масовою часткою сухих речовин 95 % | –            | –       | –     | 154,6            | 216,5 | 154,6 | 216,5 | –         | –     |
| Какао-порошок з масовою часткою сухих речовин 96 %                    | –            | –       | –     | –                | –     | –     | –     | 30,9      | 46,4  |
| Крохмаль картопляний  | 138,1        | 138,1   | 138,1 | 138,1            | 138,1 | 138,1 | 138,1 | 138,1     | 138,1 |
| Желатин харчовий  | 26,8         | 26,8    | 26,8  | 26,8             | 26,8  | 26,8  | 26,8  | 26,8      | 26,8  |
| Ванілін   | 0,3          | 0,3     | 0,3   | 0,3              | 0,3   | 0,3   | 0,3   | 0,3       | 0,3   |
| Всього  | 1000         | 1000    | 1000  | 1000             | 1000  | 1000  | 1000  | 1000      | 1000  |

Таблиця 3.29.

**Рецептури сухих десертних сумішей для пудингів «Українських з топінамбуром», кг/1000 кг без урахування норм витрат**

| Сировина   | Суміш   |         |       |                  |       |       |
|--|---------|---------|-------|------------------|-------|-------|
|  | молочна | цикорна |       | цикорна-солодова |       |       |
|  | 1       | 2       | 3     | 4                | 5     | 6     |
| Сухе знежирене молоко з масовою часткою сухих речовин 95 % | 461,5   | 455,3   | 447,1 | 447,0            | 438,8 | 430,6 |
| Цукор білий з масовою часткою сухих речовин 99,6 %         | 295,0   | 295,0   | 295,0 | 295,0            | 295,0 | 295,0 |
| Сухий топінамбур з масовою часткою сухих речовин 94 %      | 47,4    | 53,6    | 61,8  | 53,6             | 61,8  | 61,8  |
| Сухий цикорій з масовою часткою сухих речовин 96 %         | 30,9    | 30,9    | 30,9  | 39,2             | 39,2  | 47,4  |
| Крохмаль картопляний                                       | 138,1   | 138,1   | 138,1 | 138,1            | 138,1 | 138,1 |
| Желатин харчовий   | 26,8    | 26,8    | 26,8  | 26,8             | 26,8  | 26,8  |
| Ванілін  | 0,3     | 0,3     | 0,3   | 0,3              | 0,3   | 0,3   |
| Всього   | 1000    | 1000    | 1000  | 1000             | 1000  | 1000  |

Для змішування компонентів можна використовувати змішувачі різноманітної конструкції: барабанні та шнекові, тихохідні та швидкохідні, вібраційні.

Таблиця 3.30.

**Рецептури сухих молочних сумішей для пудингів «Столичних»,  
кг/1000 кг без урахування норм витрат**

| Сировина  | Суміш        |         |       |                  |       |       |       |           |       |
|---|--------------|---------|-------|------------------|-------|-------|-------|-----------|-------|
|   | молоч-<br>на | цикорна |       | цикорно-солодова |       |       |       | шоколадна |       |
|   | 1            | 2       | 3     | 4                | 5     | 6     | 7     | 8         | 9     |
| Сухе знежирене молоко з масовою часткою сухих речовин 95 %            | 661,7        | 638,5   | 630,8 | 529,4            | 485,7 | 521,7 | 478,0 | 593,6     | 578,1 |
| Фруктоза з масовою часткою сухих речовин 99,7 %                       | 173,1        | 173,1   | 173,1 | 127,6            | 109,4 | 127,6 | 109,4 | 210,3     | 210,3 |
| Сухий цикорій з масовою часткою сухих речовин 96 %                    | –            | 23,2    | 30,9  | 23,2             | 23,2  | 30,9  | 30,9  | –         | –     |
| Сухий ячмінно-солодовий екстракт з масовою часткою сухих речовин 95 % | –            | –       | –     | 154,6            | 216,5 | 154,6 | 216,5 | –         | –     |
| Какао-порошок з масовою часткою сухих речовин 96 %                    | –            | –       | –     | –                | –     | –     | –     | 30,9      | 46,4  |
| Крохмаль картопляний  | 138,1        | 138,1   | 138,1 | 138,1            | 138,1 | 138,1 | 138,1 | 138,1     | 138,1 |
| Желатин харчовий  | 26,8         | 26,8    | 26,8  | 26,8             | 26,8  | 26,8  | 26,8  | 26,8      | 26,8  |
| Ванілін   | 0,3          | 0,3     | 0,3   | 0,3              | 0,3   | 0,3   | 0,3   | 0,3       | 0,3   |
| Всього  | 1000         | 1000    | 1000  | 1000             | 1000  | 1000  | 1000  | 1000      | 1000  |

Перспективним є використання вібраційних змішувачів. Суть віброзмішування полягає в тому, що периферійні часточки компонентів суміші періодично торкаються внутрішніх частин змішувача, при цьому отримують енергію від джерела коливань і передають її сусіднім часточкам. Завдяки цьому здійснюється вертикальне та горизонтальне переміщення дисперсних систем, а часточки ефективно змішуються в режимі віброкипіння. Якість змішування оцінюється коефіцієнтом неоднорідності розподілу (К) основного компонента. Вважають, якщо коефіцієнт неоднорідності становить 0–4, то суміш змішана добре, 4–10 – задовільно, вище 10 – погано.

**Суша круп'яна суміш «Геракл».** Залежно від сировини, що застосовується, суху молочну суміш «Геракл» виробляють таких видів: гречана, рисова, вівсяна. Органолептичні показники наведені у табл. 3.31.

Таблиця 3.31.

#### Органолептичні показники сухої суміші «Геракл»

| Назва показника | Характеристика  |
|-----------------|---|
| Смак і запах    | Чистий, без сторонніх присмаків і запахів, з характерним присмаком доданого борошна, у відновленому продукті – чисті, без сторонніх присмаків і запахів, з присмаком толокна, рисового, гречаного борошна. У продукті з цукром – солодкий |
| Консистенція    | Дрібний сухий порошок. Допускається наявність грудочок, які легко руйнуються. У відновленому вигляді – не допускається розшарування компонентів. Готовий продукт – однорідна в'язка маса  |
| Колір           | Характерний для внесеного наповнювача: з рисовим борошном – білий з наявністю темних часточок; з гречаним борошном – кремовий; з вівсяним борошном – сірувато-кремовий  |

За фізико-хімічними показниками продукт відповідає вимогам, вказаних в табл. 3.32.

## Фізико-хімічні показники сухої суміші «Геракл»

| Продукт                        | Масова частка, % |                   |                    | Кислотність відновленого продукту, °Т, не більше |
|--------------------------------|------------------|-------------------|--------------------|--|
|                                | жиру, не менше   | вологи, не більше | сахарози, не менше |  |
| Молочно-гречана суміш «Геракл» | 12,5             | 7,2               | –                  | 19   |
|                                | 15,5             | 7,2               | –                  | 19   |
|                                | 10,5             | 6,8               | 10                 | 19   |
|                                | 13,0             | 6,8               | 10                 | 19   |
|                                | 12,0             | 6,0               | –                  | 19   |
|                                | 15,0             | 6,0               | –                  | 19   |
|                                | 10,0             | 5,6               | 10                 | 19   |
|                                | 12,5             | 5,6               | 10                 | 19   |
| Молочно-рисова суміш «Геракл»  | 12,0             | 6,0               | –                  | 19   |
|                                | 15,0             | 6,0               | –                  | 19   |
|                                | 10,0             | 5,5               | 10                 | 19   |
|                                | 12,5             | 5,6               | 10                 | 19   |
| Молочно-вівсяна суміш Геракл   | 14,5             | 6,0               | –                  | 19   |
|                                | 17,5             | 6,0               | –                  | 19   |
|                                | 12,5             | 5,6               | 10                 | 19   |
|                                | 15,0             | 5,6               | 10                 | 19   |

Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків і пестицидів у продукті не повинен перевищувати допустимі норми, встановлені в медико-біологічних вимогах, і санітарні норми до якості продовольчої сировини та харчових продуктів.

Маса внесеного борошна має гарантувати масову частку наповнювача в продукті не менше 40 %.

За мікробіологічними показниками продукт повинен відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.33.

Таблиця 3.33.

**Мікробіологічні показники сухої суміші «Геракл»**

| Показник   | Норма для продукту |                     |
|--|--------------------|---------------------|
|  | в споживчій тарі   | в транспортній тарі |
| Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів в 1 г не більше | $5 \cdot 10^4$     | $7 \cdot 10^4$      |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі сальмонела в 25 г продукту                                  | не допускається    | не допускається     |
| Бактерії групи кишкової палички (колі-форми) в 0,1 г продукту                                      | не допускається    | не допускається     |
| Плісняві гриби, КУО/г, не більше   | 200                | 200                 |
| Дріжджі, КУО/г, не більше  | 100                | 100                 |

Сушу молочну суміш «Геракл» виробляють змішуванням сухого незбираного коров'ячого молока з гречаним, рисовим або вівсяним борошном з додаванням цукру або без нього.

Продукт призначений для швидкого приготування готових страв – молочних каш, запіканок, млинців тощо в домашніх умовах або в мережі громадського харчування.

Технологічний процес виробництва продукту складається з таких операцій: приймання та підготовка сировини; дозування й змішування компонентів; пакування, маркування, транспортування та зберігання. Схема технологічного процесу наведена на рис. 3.8.

*Приймання та підготовка сировини.* Сировина й основні матеріали, що застосовуються у виробництві сухої молочної суміші «Геракл», приймають за масою та якістю. У кожній партії борошна, що надходить на комбінат,



необхідно перевірити стан упаковки і можливість забруднення борошна гризунами. Борошно необхідно зберігати в сухому, чистому, добре вентиляваному приміщенні, не зараженому шкідниками, на дерев'яних стелажах.

Цукор необхідно зберігати в окремому сухому (відносна вологість повітря не більше 75 %) і добре вентиляваному приміщенні для запобігання зволоження і збільшення в ньому кількості редуруючих речовин, а також розвитку мікроорганізмів, особливо дріжджів і плісняви.

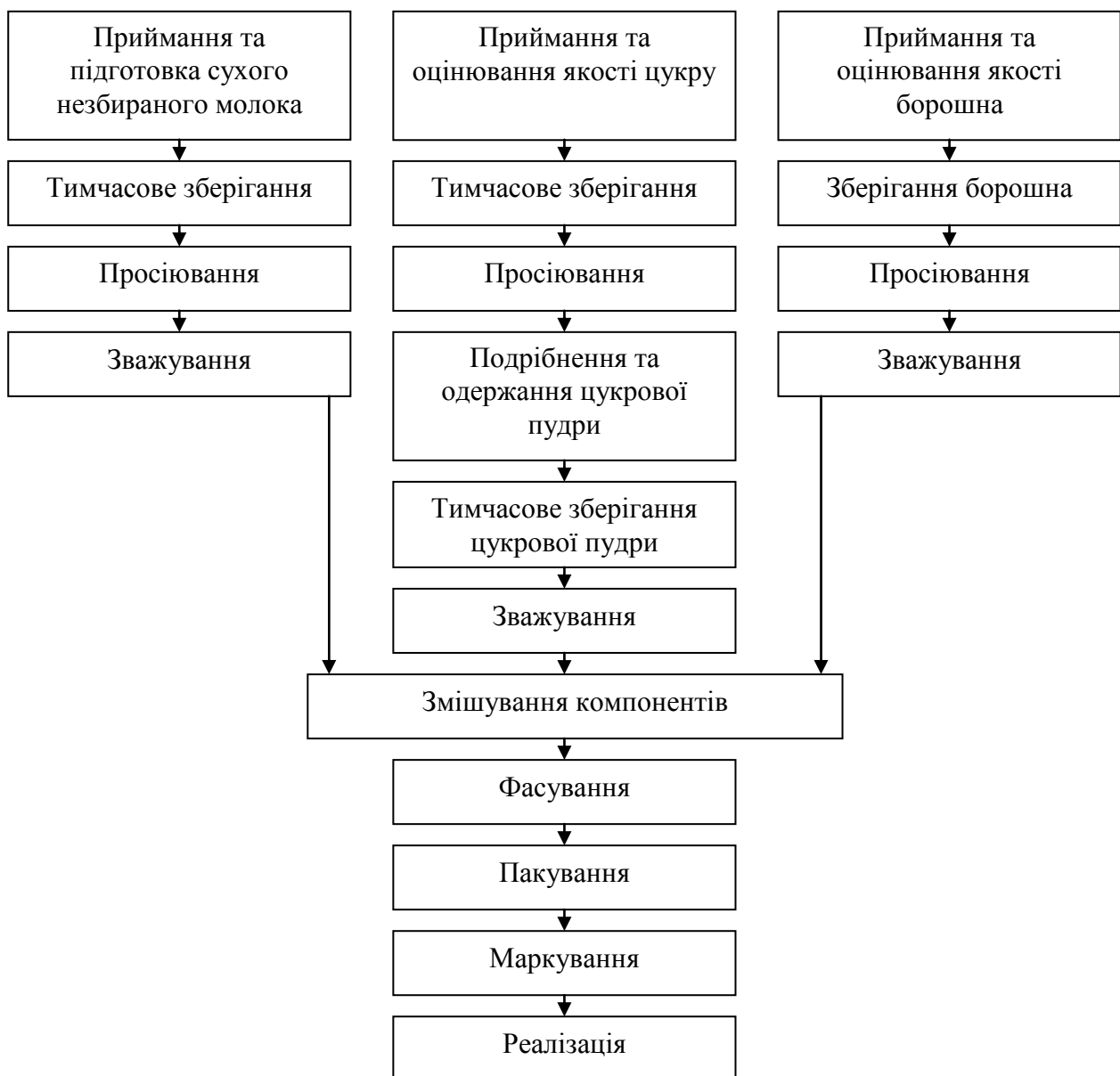


Рис. 3.8. Технологічна схема виробництва сухого продукту «Геркул»

Цукор білий, що надійшов на підприємство, висипають у приймальний пристрій, просіюють через сито з сітками № 1,2–1,4 і подають у бункер для зберігання. З бункера зберігання цукор направляють на подрібнювач. Отримана цукрова пудра надходить у бункер для проміжного зберігання.

З метою запобігання можливого потрапляння часточок металу в готовий продукт суху молочну основу, борошно та цукрову пудру також пропускають через магнітні уловлювачі.

*Дозування та змішування компонентів.* Підготовлені для суміші молочна основа й борошно з бункерів проміжного зберігання системою транспортерів подаються в автоматичний зважувальний пристрій, за допомогою якого здійснюється дозування. Далі компоненти спрямовують у змішувач.

Процес змішування триває 20–30 хв. Отриману суміш шнековим транспортером спрямовують у бункер для проміжного зберігання.

*Фасування.* Продукт фасують у споживчу або транспортну тару. Як споживчу тару використовують пакки для сипких продуктів із внутрішніми герметично запакованими пакетами з алюмінієвої фольги, целофану або з комбінованих термозварювальних полімерних матеріалів; пакети з багатошарових полімерних матеріалів. Маса нетто продукту в споживчій тарі повинна бути від 40 до 300 г. Продукт у споживчій тарі складають в ящики з гофрованого картону або дощок.

Як транспортну тару використовують паперові та чотири- і п'ятишарові мішки, фанерно-штамповані бочки. У разі пакування продукту в транспортну тару використовуються поліетиленові мішки-вкладки. Для дотримання рівномірного навантаження маси сухого молока на пакувальний матеріал розмір мішка-вкладки має бути на 1–2 см більше від розміру паперового мішка. Горловину мішка-вкладки зварюють або туго перев'язують подвійним вузлом з перегином. Маса нетто продукту в транспортній тарі повинна бути постійною для кожної партії від 20 до 30 кг включно.

*Маркування.* В етикетному написі споживчої тари зазначають склад і характеристику продукту, масові частки білка, жиру, вуглеводів, вологи,

вітамінів, наповнювача та енергетичні цінності 100 г продукту; описують способи застосування продукту, а також умови його зберігання. Сухий продукт у транспортній тарі маркують з нанесенням знаку «Берегти від вологи» і «Крихке. Обережно!».

*Зберігання.* Сухий продукт зберігають при температурі від 0 до 10 °С і відносній вологості повітря не вище 85 % не більше 8 міс. з дня виготовлення; при температурі до 20 °С і відносній вологості повітря не вище 75 % – не більше 3 міс. з дня виготовлення. Допускається зберігання продукту на підприємстві-виробнику при температурі не нижче 1°С і не вище 25 °С не більше 15 діб з дня виготовлення.

## РОЗДІЛ 4

### ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ

#### 4.1. Нормалізація молока у молочноконсервній галузі

Для виробництва молочних консервів молоко концентрується згущенням і сушінням. Суть концентрування полягає в усуненні вологи без поділу сухих речовин на складові частини. Тому для одержання продукту стандартного складу необхідно до обробки сировини скласти суміш, в якій нормовані компоненти приведені у відповідне співвідношення.

Для одержання в продукті заданого співвідношення масових часток жиру і сухого знежиреного молочного залишку ( $J_{\text{пр}}/СЗМЗ_{\text{пр}}$ ) необхідно забезпечити його таким самим у молоці. Виходячи з цього, суть нормалізації сумішей полягає в зміні фактичного значення  $O_{\text{м}}=J_{\text{м}}/СЗМЗ_{\text{м}}$  на регламентований у продукті  $O_{\text{пр}}=J_{\text{пр}}/СЗМЗ_{\text{пр}}$ .

Молоко нормалізують з метою доведення складу молочної суміші до регламентованих значень складників молочних консервів.

Регламентовані, або планово-розрахункові показники молочних консервів наведені у нормативній документації (в технологічних інструкціях), саме вони використовуються у розрахунках нормалізації. В молочних консервах нормуються різні показники: масові частки сухих речовин, сухих знежирених речовин молока, вологи, жиру, цукру, наповнювачів тощо. Тому нормалізація сировини за одним показником, наприклад за масовою часткою жиру, не забезпечує стандартного складу продуктів. У молочній сировині необхідно змінювати співвідношення тих складових, які нормуються у продукті.

При розрахунку молочних консервів потрібно мати дані про склад сировини і планові показники продуктів.

Планові показники молочних консервів та сухих молочних продуктів

вказуються у технологічних інструкціях (табл. 4.1.).

Таблиця 4.1.

**Планові показники молочних консервів та сухих молочних продуктів**

| Продукти  | Масова частка в продукті, % |      |       |      |         |                            |
|---|-----------------------------|------|-------|------|---------|----------------------------|
|   | вологи                      | жиру | СЗМЗ  | СМЗ  | цукрози | $\frac{Ж_{np}}{СЗМЗ_{np}}$ |
| Молоко згущене незбиране з цукром                 | 25,9                        | 8,8  | 20,7  | 29,5 | 44,6    | 0,425                      |
| Молоко згущене стерилізоване                      | 74,0                        | 8,2  | 17,08 | 26,0 | –       | 0,461                      |
| Молоко згущене з цукром з м.ч.ж. 5 %              | 26,0                        | 5,3  | 24,1  | 29,4 | 44,6    | 0,216                      |
| Вершки згущені з цукром                           | 24,0                        | 20,0 | 17,0  | 37,0 | 39,0    | 1,176                      |
| Молоко знежирене згущене з цукром                 | 28,5                        | –    | 27,0  | 27,0 | 44,5    | –                          |
| Продукт молочний згущений з цукром з м.ч.ж. 8,5 % | 27,8                        | 8,8  | 18,9  | 27,7 | 44,5    | 0,466                      |
| Продукт молочний згущений з цукром з м.ч.ж. 5 %   | 28,3                        | 5,3  | 21,4  | 26,7 | 45,0    | 0,248                      |
| Какао зі згущеним молоком і цукром                | 26,8                        | 7,2  | 14,1  | 21,3 | 44,8    | 0,511                      |
| Кава зі згущеним молоком і цукром                 | 27,5                        | 7,4  | 14,0  | 21,4 | 45,5    | 0,529                      |
| Молоко згущене з цукром і пектином «Пектомол»     | 28,0                        | 5,3  | 21,7  | 27,0 | 38,5    | 0,244                      |
| Молоко згущене з цукром і цикорієм                | 27,5                        | 7,4  | 14,0  | 21,4 | 45,5    | 0,528                      |
| Молоко згущене з цукром і чаєм                    | 27,5                        | 5,3  | 18,3  | 23,6 | 45,5    | 0,290                      |
| Молоко знежирене згущене з цукром і цикорієм      | 28,0                        | –    | 21,4  | 21,4 | 45,0    | –                          |
| Молоко знежирене згущене з цукром і какао         | 28,0                        | –    | 21,4  | 21,4 | 48,0    | –                          |
| Молоко сухе незбиране з м.ч.ж. 25 %               | 3,0                         | 26,1 | 70,9  | 97   | –       | 0,368                      |
| Вершки сухі                                       | 2,5                         | 43,5 | 54,0  | 97,5 | –       | 0,805                      |
| Молоко сухе незбиране з м.ч.ж. 20 %               | 3,0                         | 21,1 | 75,9  | 97   | –       | 0,278                      |
| Молоко сухе незбиране з м.ч.ж. 15 %               | 2,5                         | 16,0 | 81,5  | 97,5 | –       | 0,196                      |

Завдяки нормалізації отримують суміші, в яких забезпечені однакові співвідношення:

$$Ж_{см}/СЗМЗ_{см} = Ж_{пр}/СЗМЗ_{пр} \text{ або } O_{см} = O_{пр}. \quad (4.1.)$$

Їх рівність можна розглядати як задачу нормалізації: зміну співвідношення масових часток складових компонентів у суміші до необхідних у продукті.

Розрахунки для виробництва всіх згущених молочних консервів і сухих продуктів виконуються за єдиною методикою, в основі якої лежать формули балансу жиру (або сухих речовин) та постійність співвідношення двох компонентів сухих речовин.

Для проведення розрахунків з нормалізації, крім планово-розрахункових показників, необхідно знати склад незбираного молока і компонентів нормалізації. Масову частку жиру та густину визначають за стандартними методиками, а масову частку сухого молочного залишку і сухого знежиреного молочного залишку – знаходять розрахунковим способом.

Для визначення сухого молочного залишку молока, %, використовують стандартну формулу Фаррінгтона

$$СМЗ_{м} = \frac{4,9Ж_{м} + \Gamma_{м}}{4} + 0,5, \quad (4.2.)$$

де:  $\Gamma_{м}$  – густина молока у градусах ареометра;

$Ж_{м}$  – масова частка жиру молока, %.

Для умов України можна користуватися формулою Ступницького:

$$СМЗ_{м} = \frac{4,9Ж_{м} + \Gamma_{м}}{3,78} + 0,26 \quad (4.3.)$$

Масову частку сухого знежиреного молочного залишку молока, %, знаходять за формулою

$$СЗМЗ_{м} = СМЗ_{м} - Ж_{м}. \quad (4.4.)$$

Масову частку сухого молочного залишку знежиреного молока, %, визначають за формулою Зайковського

$$\text{СЗМЗ}_{\text{зн}} = \frac{\Gamma_{\text{зн}}}{4} + \text{Ж}_{\text{зн}} + 0,59, \quad (4.5.)$$

де  $\Gamma_{\text{зн}}$  – масова частка жиру знежиреного молока, у градусах ареометра;  
 $\text{Ж}_{\text{зн}}$  – масова частка жиру знежиреного молока, %.

Масову частку сухого молочного залишку маслянки, %, визначають за формулою

$$\text{СМЗ}_{\text{масл.}} = \frac{\Gamma_{\text{масл.}}}{4} + \text{Ж}_{\text{масл.}} + 0,59, \quad (4.6.)$$

де  $\Gamma_{\text{масл.}}$  – масова частка жиру маслянки, у градусах ареометра;  
 $\text{Ж}_{\text{масл.}}$  – масова частка жиру маслянки, %.

Для умов України для визначення масової частки сухого молочного залишку знежиреного молока або маслянки, %, можна використовувати формулу Веселовської

$$\text{СМЗ}_{\text{зн}} = \frac{\Gamma_{\text{зн}}}{4} + \text{Ж}_{\text{зн}} + 0,86; \quad (4.7.)$$

$$\text{СМЗ}_{\text{масл.}} = \frac{\Gamma_{\text{масл.}}}{4} + \text{Ж}_{\text{масл.}} + 0,86 \quad (4.8.)$$

Для визначення масової частки сухого знежиреного молочного залишку в знежиреному молоці і маслянці, %, можна використати формулу

$$\text{СЗМЗ}_{\text{зн}} = \frac{\text{СЗМЗ}_{\text{м}} 100}{100 - \text{Ж}_{\text{м}}} + \text{Ж}_{\text{зн}} \quad (4.9.)$$

$$\text{СЗМЗ}_{\text{масл.}} = \frac{\text{СЗМЗ}_{\text{м}} 100}{100 - \text{Ж}_{\text{м}}} + \text{Ж}_{\text{масл.}} \quad (4.10.)$$

Масову частку сухого знежиреного молочного залишку в знежиреному молоці або маслянці, %, розраховують за формулами:

$$\text{СЗМЗ}_{\text{зн}} = \text{СМЗ}_{\text{зн}} - \text{Ж}_{\text{зн}} \quad (4.11.)$$

$$\text{СЗМЗ}_{\text{масл.}} = \text{СМЗ}_{\text{масл.}} - \text{Ж}_{\text{масл.}} \quad (4.12.)$$

або

$$\text{СЗМЗ}_{\text{зн}} = \frac{\text{СЗМЗ}_{\text{м}} 100}{100 - \text{Ж}_{\text{м}}}; \quad (4.13.)$$

$$СЗМЗ_{\text{масл.}} = \frac{СЗМЗ_{\text{м}} 100}{100 - Ж_{\text{м}}} \quad (4.14.)$$

Масову частку сухого молочного залишку вершків, %, розраховують за формулою Ініхова

$$СМЗ_{\text{в}} = \frac{100 + 9,615Ж_{\text{в}}}{10,625} \quad (4.15.)$$

де  $Ж_{\text{в}}$  – масова частка жиру вершків, %.

Масову частку сухого знежиреного молочного залишку вершків, %, визначають за однією з таких формул:

$$СЗМЗ_{\text{в}} = СМЗ_{\text{в}} - Ж_{\text{в}} \quad (4.16.)$$

або

$$СЗМЗ_{\text{в}} = \frac{100 - Ж_{\text{в}}}{10,615} \quad (4.17.)$$

або

$$СЗМЗ_{\text{в}} = \frac{100 - Ж_{\text{в}}}{100} СЗМЗ_{\text{зн}}. \quad (4.18.)$$

При виробництві молочних консервів молоко нормалізують, якщо:

1.  $\frac{Ж_{\text{м}}}{СЗМЗ_{\text{м}}} > \frac{Ж_{\text{пр}}}{СЗМЗ_{\text{пр}}}$ , нормалізують знежиреним молоком або

маслянкою.

2.  $\frac{Ж_{\text{м}}}{СЗМЗ_{\text{м}}} < \frac{Ж_{\text{пр}}}{СЗМЗ_{\text{пр}}}$ , незбиране молоко нормалізують вершками.

3.  $\frac{Ж_{\text{м}}}{СЗМЗ_{\text{м}}} = \frac{Ж_{\text{пр}}}{СЗМЗ_{\text{пр}}}$ , нормалізацію не проводять, на переробку подають

незбиране молоко.

Масу компонентів, необхідних для нормалізації, визначають з урахуванням розрахункового показника, який знаходять за формулою

$$O_p = O_{\text{пр}} K, \quad (4.19.)$$

де  $O_p$  – розрахунковий показник;



$O_{\text{пр}} = \frac{Ж_{\text{пр}}}{СЗМЗ_{\text{пр}}}$  – нормативний показник;

$K$  – коефіцієнт, що враховує втрати жиру та сухих речовин.

Коефіцієнт розраховується за формулою

$$K = \frac{1}{(1 + O_{\text{пр}}) \frac{1 - 0,01B_{\text{ж}}}{1 - 0,01B_{\text{СМЗ}}} - O_{\text{пр}}}, \quad (4.20.)$$

де  $B_{\text{ж}}$  і  $B_{\text{СМЗ}}$  – нормативні втрати жиру і сухого молочного залишку, %.

Масу знежиреного молока або маслянки, кг, обчислюють за формулою

$$m_{\text{зн}} = \frac{Ж_{\text{м}} - СЗМЗ_{\text{м}} O_{\text{р}}}{СЗМЗ_{\text{зн}} O_{\text{р}} - Ж_{\text{зн}}} m_{\text{м}}; \quad (4.21.)$$

$$m_{\text{масл}} = \frac{Ж_{\text{м}} - СЗМЗ_{\text{м}} O_{\text{р}}}{СЗМЗ_{\text{масл.}} O_{\text{р}} - Ж_{\text{масл.}}} m_{\text{м}}, \quad (4.22.)$$

де  $m_{\text{м}}$  – маса незбираного молока, кг.

Масу вершків  $m_{\text{в}}$ , кг, обчислюють за формулою

$$m_{\text{в}} = \frac{СЗМЗ_{\text{м}} O_{\text{р}} - Ж_{\text{м}}}{Ж_{\text{в}} - СЗМЗ_{\text{в}} O_{\text{р}}} \cdot m_{\text{м}}. \quad (4.23.)$$

Масу нормалізованої суміші, кг, визначають за формулами:

у разі нормалізації знежиреним молоком або маслянкою –

$$m_{\text{см}} = m_{\text{м}} + m_{\text{зн}}; \quad (4.24.)$$

$$m_{\text{см}} = m_{\text{м}} + m_{\text{масл.}} \quad (4.25.)$$

у разі нормалізації вершками

$$m_{\text{см}} = m_{\text{м}} + m_{\text{в}}. \quad (4.26.)$$

Масову частку жиру молочної суміші  $Ж_{\text{см}}$ , %, можна визначити за формулою

$$Ж_{\text{см}} = \frac{O_{\text{р}} СЗМЗ_{\text{м}} 100}{100 - Ж_{\text{м}} + O_{\text{р}} СЗМЗ_{\text{м}}}. \quad (4.27.)$$

Якщо для нормалізації використовують частину партії молока, а нормалізуючі компоненти отримують сепаруванням решти молока, то масу молока, яку необхідно сепарувати, кг, для нормалізації знежиреним молоком визначають за формулою

$$m_{\text{сеп.м}} = m_{\text{м}} \frac{(Ж_{\text{м}} - Ж_{\text{см}})100}{(100 - \Pi_{\text{в}})(Ж_{\text{в}} - Ж_{\text{зн}}) + 100(Ж_{\text{м}} - Ж_{\text{см}})}, \quad (4.28.)$$

де  $\Pi_{\text{в}}$  – вихід вершків під час сепарування, %:

$$\Pi_{\text{в}} = \frac{100(Ж_{\text{м}} - Ж_{\text{зн}})}{Ж_{\text{в}} - Ж_{\text{зн}}}. \quad 4.(29.)$$

Масу молока, яку необхідно просепарувати для нормалізації вершками, знаходять за формулою

$$m_{\text{сеп.м}} = \frac{[m_{\text{м}}(Ж_{\text{см}} - Ж_{\text{м}}) + (100 - \Pi_{\text{в}})Ж_{\text{зн}}]100}{\Pi_{\text{в}}(Ж_{\text{в}} - Ж_{\text{см}}) + 100(Ж_{\text{см}} - Ж_{\text{м}})}. \quad (4.30.)$$

Для зменшення затрат часу на виконання розрахунків проф. Л.В.Чекулаєвою запропоновані таблиці для розрахунків нормалізації (додатки А–В). Знайдені за таблицями маси компонентів нормалізації на 100 кг молока перераховують на фактичні маси молока.

У молочноконсервній галузі можливі такі способи нормалізації:

- періодичний – змішування у резервуарах незбираного молока із знежиреним молоком або вершками (найбільш поширений);
- поточний – змішування незбираного молока з продуктами нормалізації у потоці, коли потоки створюються насосами, а змішування відбувається у трубопроводах.

Можливе змішування молока з нормалізуючим компонентом безпосередньо у вакуум-випарному апараті при умові їх послідовного надходження.

Компоненти нормалізації отримують на сепараторах-вершковідділювачах. Сепараторами-нормалізаторами неможливо регулювати склад молочної суміші, тому що вони розраховані на нормалізацію молока за масовою часткою жиру, а не за співвідношенням компонентів Ж/СЗМЗ.

Для регулювання складу молока теоретично можна використовувати не тільки натуральне знежирене молоко чи вершки, а й згущені або сухі відновлені продукти, якщо це передбачається нормативною документацією.

Теоретичний вихід продукту  $m_{np}$  знаходять за формулами:

$$m_{np} = \frac{m_{cm} \cdot \mathcal{J}_{cm}}{\mathcal{J}_{np}} \cdot \frac{100 - B_{жс}}{100} \quad (4.31.)$$

або

$$m_{np} = \frac{m_{cm} \cdot CЗМЗ_{cm}}{CЗМЗ_{np}} \cdot \frac{100 - B_{сззв}}{100}. \quad (4.32.)$$

Сухий знежирений молочний залишок суміші обчислюють за формулами:

$$CЗМЗ_{cm} = \frac{m_m \cdot CЗМЗ_m + m_г \cdot CЗМЗ_г}{m_m + m_г}; \quad (4.33.)$$

або

$$CЗМЗ_{cm} = \frac{m_m \cdot CЗМЗ_m + m_{зн} \cdot CЗМЗ_{зн}}{m_m + m_{зн}} \quad (4.34.)$$

Для обліку у виробництві згущених молочних консервів використовують одиницю вимірювання – туб (тисяча умовних банок), для сухих – тонни.

Одна умовна банка дорівнює 0,4 кг, тобто 1 туб = 400 кг. Вихід згущених молочних консервів у тубах  $m1_{np}$  визначають за формулами:

$$m1_{np} = \frac{m_{cm} \cdot \mathcal{J}_{cm}}{\mathcal{J}_{np} \cdot 400} \cdot \frac{100 - B_{жс}}{100}; \quad (4.35.)$$

$$m1_{np} = \frac{m_{cm} \cdot CЗМЗ_{cm}}{CЗМЗ_{np} \cdot 400} \cdot \frac{100 - B_{сззв}}{100}. \quad (4.36.)$$

При виробництві згущених консервів з цукром масу готового продукту  $m_{np}$  знаходять за формулою

$$m_{np} = \frac{(m_{cm} \cdot \frac{CМЗ_{cm}}{100} + m_{цук})}{100 - W_{np}} \cdot 100, \quad (4.37.)$$

де  $m_{цук}$  – маса цукру, кг;

$W_{np}$  – плановий показник масової частки вологи у продукті, %.

Масу згущених консервів з цукром і наповнювачами знаходять за формулою

$$m_{np} = \left[ m_{см} \cdot \frac{СЗМЗ_{см} + Ж_{см} \cdot (1 - 0,01 \cdot B_{ж})}{100} + m_{цук} \cdot (1 - 0,01 \cdot B_{цук}) \cdot \frac{ЦУК_{с.р.}}{100} + m_{нан} \cdot (1 - 0,01 \cdot B_{нан}) \cdot \frac{НАП_{с.р.}}{100} \right] \cdot \frac{100}{100 - W_{np}} \quad (4.38.)$$

Масу цукру розраховують за формулою

$$m_{цук} = \frac{m_{см} \cdot Ж_{см} \cdot ЦУК_{np}}{100 \cdot Ж_{np}} \cdot C \cdot K_{цук}, \quad (4.39.)$$

де  $C$  – коефіцієнт, що враховує величину нормативних втрат цукру при випарюванні та пакуванні, а також втрати жиру, %:

$$C = \frac{100 - B_{цук}}{100 - B_{ж}}; \quad (4.40.)$$

$K_{цук}$  – коефіцієнт, що враховує загальні втрати цукру:

$$K_{цук} = \frac{100}{100 - B_{цук}}. \quad (4.41.)$$

Масу води, необхідну для приготування цукрового сиропу, розраховують за формулою

$$m_{води} = m_{цук} \cdot \frac{C_{цук} - C_{сир}}{C_{сир}}, \quad (4.42.)$$

де  $C_{цук}$  – масова частка цукрози у цукрі, %;

$C_{сир}$  – масова частка цукрози у цукровому сиропі, %.

Маса наповнювача визначається за формулою

$$m_{нан} = \frac{m_{см} \cdot Ж_{см} \cdot НАП_{np}}{100 \cdot Ж_{np}} \cdot K_{нан}, \quad (4.43.)$$

де  $НАП_{np}$  – масова частка сухих речовин наповнювача у продукті, %;

$K_{нан}$  – коефіцієнт, що враховує загальні втрати наповнювача:

$$K_{нан} = \frac{100}{100 - B_{нан}}. \quad (4.44.)$$

## 4.2. Згущене стерилізоване молоко

**ПРИКЛАД 1.** Визначити, скільки згущеного стерилізованого молока буде вироблено із 40 т незбираного молока масовою часткою жиру 3,5 %, густиною 1028 кг/м<sup>3</sup>. Втрати жиру прийняти 0,41%, сухих речовин – 0,53 %.

**РОЗРАХУНОК.** Масова частка сухого молочного залишку незбираного молока

$$СМЗ_{\text{м}} = \frac{4,9 \cdot Ж_{\text{м}} + \Gamma_{\text{м}}}{4} + 0,5 = \frac{4,9 \cdot 3,5 + 28}{4} + 0,5 = 11,79\%;$$

$$СЗМЗ_{\text{м}} = СМЗ_{\text{м}} - Ж_{\text{м}} = 11,79 - 3,5 = 8,29\%;$$

$$O_{\text{м}} = Ж_{\text{м}} / СЗМЗ_{\text{м}} = 3,5 / 8,29 = 0,422.$$

Планові показники потрібні для розрахунку нормалізації згущеного стерилізованого молока без цукру:  $Ж_{\text{нр}} = 8,2\%$ ;  $СЗМЗ_{\text{нр}} = 17,8\%$ ;  $O_{\text{нр}} = 0,461$ . Порівняємо  $O_{\text{м}}$  і  $O_{\text{нр}}$

$$O_{\text{м}} < O_{\text{нр}}, \quad 0,422 < 0,461.$$

Нормалізацію проводимо вершками. Задаємо м.ч.ж. у вершках 30 %. Сухий молочний залишок вершків визначимо за формулою

$$СМЗ_{\text{в}} = \frac{100 + 9,615 \cdot Ж_{\text{в}}}{10,625} = \frac{100 + 9,615 \cdot 30}{10,625} = 36,56\%;$$

$$СЗМЗ_{\text{в}} = СМЗ_{\text{в}} - Ж_{\text{в}} = 36,56 - 30 = 6,56\%.$$

Коефіцієнт, що враховує нормативні втрати жиру і сухого молочного залишку, визначимо за формулою

$$K = \frac{1}{(1 + O_{\text{нр}}) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot B_{\text{жс}}}{1 - 0,01 \cdot B_{\text{СМЗ}}} - O_{\text{нр}}} = \frac{1}{(1 + 0,461) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot 0,41}{1 - 0,01 \cdot 0,53} - 0,461} = 0,998;$$

$$O_{\text{р}} = K \cdot O_{\text{нр}} = 0,998 \cdot 0,461 = 0,460.$$

Маса вершків:

$$m_{\text{в}} = \frac{СЗМЗ_{\text{м}} \cdot O_{\text{р}} - Ж_{\text{м}}}{Ж_{\text{в}} - СЗМЗ_{\text{в}} \cdot O_{\text{р}}} \cdot m_{\text{м}} = \frac{8,29 \cdot 0,460 - 3,5}{30 - 6,56 \cdot 0,460} \cdot 40000 = 464,6 \text{ кг.}$$

Маса нормалізованої суміші:

$$m_{\text{см}} = m_{\text{м}} + m_{\text{в}} = 40000 + 464,6 = 40464,6 \text{ кг.}$$

Масова частка жиру нормалізованої суміші:

$$Ж_{см} = \frac{m_m \cdot Ж_m + m_g \cdot Ж_g}{m_{см}} = \frac{40000 \cdot 3,5 + 464,6 \cdot 30}{40464,6} = 3,8\%.$$

Теоретичний вихід продукту (в тубах):

$$m_{np} = \frac{m_{см} \cdot Ж_{см}}{Ж_{np} \cdot 400} \cdot \frac{100 - B_{жс}}{100} = \frac{40464,6 \cdot 3,8}{8,2 \cdot 400} \cdot \frac{100 - 0,41}{100} = 46,7 \text{ туб.}$$

### 4.3. Молоко згущене незбиране з цукром

**ПРИКЛАД 2.** Визначити масу молока незбираного згущеного з цукром виготовленого із 30 т незбираного молока. Розглянути 3 варіанти нормалізації.

**Варіант 1.** Нормалізація знежиреним молоком.

На переробку спрямували незбиране молоко масовою часткою жиру 3,8 %, густиною 1028 кг/м<sup>3</sup>.

Масова частка сухого молочного залишку молока:

$$СМЗ_m = \frac{4,9 \cdot Ж_m + \Gamma_m}{4} + 0,5 = \frac{4,9 \cdot 3,8 + 28}{4} + 0,5 = 12,2\%;$$

$$СЗМЗ_m = СМЗ_m - Ж_m = 12,2 - 3,8 = 8,4\%;$$

$$O_m = Ж_m / СЗМЗ_m = 3,8 / 8,4 = 0,452.$$

Планові показники продукту:  $Ж_{np} = 8,8\%$ ;  $СЗМЗ_{np} = 20,7\%$ ;  $O_{np} = 0,425$ ,  $ЦУК_{np} = 44,6\%$ ,  $W_{np} = 25,9\%$ .

Порівняємо  $O_m$  і  $O_{np}$

$$O_m > O_{np}, \quad 0,452 > 0,425.$$

Нормалізацію проводимо знежиреним молоком, масова частка жиру якого 0,05 %, густина – 1034 кг/м<sup>3</sup>.

Сухий знежирений молочний залишок знежиреного молока визначаємо за формулою:

$$СЗМЗ_{зн} = \frac{СЗМЗ_m \cdot 100}{100 - Ж_m} = \frac{8,4 \cdot 100}{100 - 3,8} = 8,73\%.$$

Обчислимо коефіцієнт, що враховує втрати жиру і сухих речовин:

$$K = \frac{1}{(1 + O_{np}) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot B_{жс}}{1 - 0,01 \cdot B_{СМЗ}} - O_{np}} = \frac{1}{(1 + 0,425) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot 0,41}{1 - 0,01 \cdot 0,56} - 0,425} = 0,998;$$

$$O_p = K \cdot O_{np} = 0,998 \cdot 0,425 = 0,424.$$

Маса знежиреного молока:

$$m_{зн} = \frac{Ж_m - CЗМЗ_{O_p}}{CЗМЗ_{зн} - Ж_{зн}} m_m = \frac{3,8 - 8,4 \cdot 0,424}{8,73 \cdot 0,424 - 0,05} \cdot 30000 = 1958,6 \text{ кг}.$$

Маса нормалізованої суміші:

$$m_{см} = m_m + m_{зн} = 30000 + 1958,6 = 31958,6 \text{ кг}.$$

Масова частка жиру нормалізованої суміші:

$$Ж_{см} = \frac{m_m \cdot Ж_m + m_{зн} \cdot Ж_{зн}}{m_{см}} = \frac{30000 \cdot 3,8 + 1958,6 \cdot 0,05}{31958,6} = 3,57\%.$$

Коефіцієнт, що враховує величини нормативних втрат під час випаровування та пакування, розраховується за формулою:

$$K_{цук} = \frac{100}{100 - B_{цук}} = \frac{100}{100 - 1,61} = 1,0164,$$

де  $B_{цук}$  – втрати цукру за нормативною документацією.

Маса цукру:

$$m_{цук} = \frac{m_{см} \cdot Ж_{см}}{100} \cdot \frac{ЦУК_{np}}{Ж_{np}} \cdot \frac{100 - B_{цук}}{100 - B_{ж}} \cdot K_{цук} = \frac{31958,6 \cdot 3,57}{100} \cdot \frac{44,6}{8,8} \cdot \frac{100 - 1,61}{100 - 0,41} \cdot 1,0164 = 5806,4 \text{ кг}.$$

Маса води для приготування цукрового сиропу:

$$m_{води} = m_{цук} \cdot \frac{C_{цук} - C_{сир}}{C_{сир}} = 5806,4 \cdot \frac{99,75 - 65}{65} = 3104,2 \text{ кг}.$$

Визначаємо сухий молочний залишок знежиреного молока:

$$СМЗ_{зн} = CЗМЗ_{зн} + Ж_{зн} = 8,73 + 0,05 = 8,78\%.$$

Масова частка сухих речовин молочної суміші:

$$СМЗ_{см} = \frac{СМЗ_m \cdot m_m + СМЗ_{зн} \cdot m_{зн}}{m_{см}} = \frac{12,2 \cdot 30000 + 8,78 \cdot 1958,6}{31958,6} = 11,99\%.$$

Маса готового продукту:

$$m_{np} = \frac{(m_{см} \cdot \frac{СМЗ_{см}}{100} + m_{цук}) \cdot 100}{100 - W_{np}} = \frac{(31958,6 \cdot \frac{11,99}{100} + 5806,4) \cdot 100}{100 - 25,9} = 13007,24 \text{ кг}.$$

## Варіант 2. Нормалізація вершками.

На переробку спрямували незбиране молоко масовою часткою жиру 3,4 %, густиною 1028,5 кг/м<sup>3</sup>.

Масова частка сухого молочного залишку молока:

$$СМЗ_{\text{м}} = \frac{4,9 \cdot \mathcal{J}_{\text{м}} + \Gamma_{\text{м}}}{4} + 0,5 = \frac{4,9 \cdot 3,4 + 28,5}{4} + 0,5 = 11,79\%;$$

$$СЗМЗ_{\text{м}} = СМЗ_{\text{м}} - \mathcal{J}_{\text{м}} = 11,79 - 3,4 = 8,39\%;$$

$$O_{\text{м}} = \mathcal{J}_{\text{м}} / СЗМЗ_{\text{м}} = 3,4 / 8,39 = 0,405.$$

Планові показники продукту:  $\mathcal{J}_{\text{нр}} = 8,8\%$ ;  $СЗМЗ_{\text{нр}} = 20,7\%$ ;  $O_{\text{нр}} = 0,425$ ,  $ЦУК_{\text{нр}} = 44,6\%$ ,  $W_{\text{нр}} = 25,9\%$ .

Порівняємо  $O_{\text{м}}$  і  $O_{\text{нр}}$

$$O_{\text{м}} < O_{\text{нр}}, \quad 0,405 < 0,425.$$

Обчислимо коефіцієнт, що враховує нормативні втрати жиру і сухих речовин ( $B_{\text{ж}} = 0,41\%$ ,  $B_{СМЗ} = 0,56\%$ ):

$$K = \frac{1}{(1 + O_{\text{нр}}) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot B_{\text{ж}}}{1 - 0,01 \cdot B_{СМЗ}} - O_{\text{нр}}} = \frac{1}{(1 + 0,425) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot 0,41}{1 - 0,01 \cdot 0,56} - 0,425} = 0,998;$$

$$O_{\text{р}} = K \cdot O_{\text{нр}} = 0,998 \cdot 0,425 = 0,424.$$

Для нормалізації використовуємо вершки з масовою часткою жиру 25 %:

$$СМЗ_{\text{е}} = \frac{100 + 9,615 \cdot \mathcal{J}_{\text{е}}}{10,625} = \frac{100 + 9,615 \cdot 25}{10,625} = 32,04\%;$$

$$СЗМЗ_{\text{е}} = СМЗ_{\text{е}} - \mathcal{J}_{\text{е}} = 32,04 - 25 = 7,04\%.$$

Маса вершків, потрібна для нормалізації:

$$m_{\text{зн}} = \frac{СЗМЗ_{\text{м}} O_{\text{р}} - \mathcal{J}_{\text{м}}}{\mathcal{J}_{\text{в}} - СЗМЗ_{\text{в}} O_{\text{р}}} m_{\text{м}} = \frac{8,39 \cdot 0,424 - 3,4}{25 - 7,04 \cdot 0,424} \cdot 30000 = 214,434 \text{ кг}.$$

Маса нормалізованої суміші:

$$m_{\text{см}} = m_{\text{м}} + m_{\text{е}} = 30000 + 214,434 = 30214,434 \text{ кг}.$$

Масова частка жиру нормалізованої суміші:

$$\mathcal{J}_{\text{см}} = \frac{m_{\text{м}} \cdot \mathcal{J}_{\text{м}} + m_{\text{е}} \cdot \mathcal{J}_{\text{е}}}{m_{\text{см}}} = \frac{30000 \cdot 3,4 + 214,434 \cdot 25}{30214,434} = 3,55\%.$$



Коефіцієнт, що враховує величини нормативних втрат під час випаровування та пакування, розраховується за формулою:

$$K_{цук} = \frac{100}{100 - B_{цук}} = \frac{100}{100 - 1,61} = 1,0164,$$

де  $B_{цук}$  – втрати цукру за нормативною документацією.

Маса цукру:

$$m_{цук} = \frac{m_{см} \cdot Ж_{см} \cdot ЦУК_{np}}{100 \cdot Ж_{np}} \cdot \frac{100 - B_{цук}}{100 - B_{жс}} \cdot K_{цук} = \frac{30214,434 \cdot 3,55 \cdot 44,6}{100 \cdot 8,8} \cdot \frac{100 - 1,61}{100 - 0,41} \cdot 1,0164 = 5458,77 \text{ кг.}$$

Маса води для приготування цукрового сиропу:

$$m_{води} = m_{цук} \cdot \frac{C_{цук} - C_{сир}}{C_{сир}} = 5458,77 \cdot \frac{99,75 - 65}{65} = 2918,34 \text{ кг.}$$

Масова частка сухих речовин молочної суміші:

$$СМЗ_{см} = \frac{СМЗ_{м} \cdot m_{м} + СМЗ_{г} \cdot m_{г}}{m_{см}} = \frac{11,79 \cdot 30000 + 32,04 \cdot 214,434}{30214,434} = 11,93\%.$$

Маса готового продукту:

$$m_{np} = \frac{(m_{см} \cdot \frac{СМЗ_{см}}{100} + m_{цук}) \cdot 100}{100 - W_{np}} = \frac{(30214,434 \cdot \frac{11,93}{100} + 5458,77) \cdot 100}{100 - 25,9} = 12231,244 \text{ кг.}$$

**Варіант 3.** Без нормалізації.

На переробку спрямували незбиране молоко масовою часткою жиру 3,6 %, густиною 1028,64 кг/м<sup>3</sup>.

Масова частка сухого молочного залишку молока:

$$СМЗ_{м} = \frac{4,9 \cdot Ж_{м} + \Gamma_{м}}{4} + 0,5 = \frac{4,9 \cdot 3,6 + 28,64}{4} + 0,5 = 12,07\%;$$

$$СЗМЗ_{м} = СМЗ_{м} - Ж_{м} = 12,07 - 3,6 = 8,47\%;$$

$$O_{м} = Ж_{м} / СЗМЗ_{м} = 3,6 / 8,47 = 0,425.$$

Планові показники продукту:  $Ж_{np} = 8,8\%$ ;  $СЗМЗ_{np} = 20,7\%$ ;  $O_{np} = 0,425$ ,  $ЦУК_{np} = 44,6\%$ ,  $W_{np} = 25,9\%$ .

Порівняємо  $O_{м}$  і  $O_{np}$

$$O_m = O_{np}, \quad 0,425 = 0,425.$$

Нормалізацію не проводимо. Маса нормалізованої суміші дорівнює масі незбираного молока.

Коефіцієнт, що враховує величини нормативних втрат під час випаровування та пакування, розраховується за формулою:

$$K_{цук} = \frac{100}{100 - B_{цук}} = \frac{100}{100 - 1,61} = 1,0164,$$

де  $B_{цук}$  – втрати цукру за нормативною документацією.

Маса цукру:

$$m_{цук} = \frac{m_{см} \cdot Ж_{см}}{100} \cdot \frac{ЦУК_{np}}{Ж_{np}} \cdot \frac{100 - B_{цук}}{100 - B_{ж}} \cdot K_{цук} = \frac{30000 \cdot 3,6}{100} \cdot \frac{44,6}{8,8} \cdot \frac{100 - 1,61}{100 - 0,41} \cdot 1,0164 = 5496,4 \text{ кг.}$$

Маса води для приготування цукрового сиропу:

$$m_{води} = m_{цук} \cdot \frac{C_{цук} - C_{сир}}{C_{сир}} = 5496,4 \cdot \frac{99,75 - 65}{65} = 2938,4 \text{ кг.}$$

Маса готового продукту:

$$m_{np} = \frac{(m_{см} \cdot \frac{СМЗ_{см}}{100} + m_{цук}) \cdot 100}{100 - W_{np}} = \frac{(30000 \cdot \frac{12,07}{100} + 5496,4) \cdot 100}{100 - 25,9} = 12304,2 \text{ кг.}$$

#### 4.4. Молоко знежирене згущене з цукром

**ПРИКЛАД 3.** На виробництво згущеного знежиреного молока з цукром направлено 20 т знежиреного молока масовою часткою СЗМЗ 8,7 %. Втрати цукру 1,84 %, втрати сухих речовин 2,10 %. Планові показники прийняті у виробництві згущеного знежиреного молока з цукром:  $ЦУК_{np}=44,5$  %,  $СМЗ_{np}=27$  %,  $W_{np}=28,5$  %.

**РОЗРАХУНОК.** Масу цукру визначаємо за формулою:

$$m_{цук} = \frac{m_{зн} \cdot СМЗ_{зн}}{100} \cdot \frac{ЦУК_{np}}{СМЗ_{np}} \cdot \frac{100}{C_{цук}} \cdot \frac{100}{100 - B_{цук}} = \frac{20000 \cdot 8,7}{100} \cdot \frac{44,5}{27} \cdot \frac{100}{99,75} \cdot \frac{100}{100 - 1,84} = 2928,9 \text{ кг.}$$

Маса води для приготування цукрового сиропу:

$$m_{\text{води}} = m_{\text{цук}} \cdot \frac{C_{\text{цук}} - C_{\text{сир}}}{C_{\text{сир}}} = 2928,9 \cdot \frac{99,75 - 65}{65} = 1565,8 \text{ кг.}$$

Маса готового продукту:

$$m_{\text{np}} = \frac{(m_{\text{зн}} \cdot \frac{СМЗ_{\text{зн}}}{100} + m_{\text{цук}}) \cdot 100}{100 - W_{\text{np}}} = \frac{(20000 \cdot \frac{8,7}{100} + 2928,9) \cdot 100}{100 - 28,5} = 6529,9 \text{ кг.}$$

#### 4.5. Згущені молочні консерви з цукром і наповнювачами

**ПРИКЛАД 4.** Зробити розрахунки, потрібні для виробництва кави із згущеним молоком і цукром. На виробництво направлено 55 т незбираного молока масовою часткою жиру 3,4 %, густина молока – 1029 кг/м<sup>3</sup>. Для нормалізації використати вершки масовою часткою жиру 25%. Нормативні втрати жиру – 0,41 %; сухих речовин – 0,56 %.

**РОЗРАХУНОК.** Масова частка сухого молочного залишку молока:

$$СМЗ_{\text{м}} = \frac{4,9 \cdot Ж_{\text{м}} + Г_{\text{м}}}{4} + 0,5 = \frac{4,9 \cdot 3,4 + 29}{4} + 0,5 = 11,9\%;$$

$$СЗМЗ_{\text{м}} = СМЗ_{\text{м}} - Ж_{\text{м}} = 11,9 - 3,4 = 8,5\%;$$

$$O_{\text{м}} = Ж_{\text{м}} / СЗМЗ_{\text{м}} = 3,4 / 8,5 = 0,400.$$

Планові показники кави із згущеним молоком і цукром:  $Ж_{\text{np}} = 7,4\%$ ;  $СЗМЗ_{\text{np}} = 14,0\%$ ;  $O_{\text{np}} = 0,529$ ,  $ЦУК_{\text{np}} = 45,5\%$ ,  $НАП_{\text{np}} = 5,6\%$ ,  $W_{\text{np}} = 27,5\%$ .

Порівняємо  $O_{\text{м}}$  і  $O_{\text{np}}$

$$O_{\text{м}} < O_{\text{np}}, \quad 0,400 < 0,529.$$

Нормалізацію проводимо вершками.

Сухий молочний залишок вершків вираховуємо за формулою:

$$СМЗ_{\text{в}} = \frac{100 + 9,615 \cdot Ж_{\text{в}}}{10,625} = \frac{100 + 9,615 \cdot 25}{10,625} = 32,04\%;$$

$$СЗМЗ_{\text{в}} = СМЗ_{\text{в}} - Ж_{\text{в}} = 32,04 - 25 = 7,04\%.$$

Обчислимо коефіцієнт, що враховує нормативні втрати жиру і сухих речовин ( $B_{\text{ж}} = 0,41\%$ ,  $B_{\text{СМЗ}} = 0,56\%$ ):

$$K = \frac{1}{(1 + O_{\text{np}}) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot B_{\text{ж}}}{1 - 0,01 \cdot B_{\text{СМЗ}}} - O_{\text{np}}} = \frac{1}{(1 + 0,425) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot 0,41}{1 - 0,01 \cdot 0,56} - 0,425} = 0,998;$$

$$O_p = K \cdot O_{np} = 0,998 \cdot 0,529 = 0,528.$$

Маса вершків, потрібна для нормалізації, кг:

$$m_{zn} = \frac{C_{3M3} O_p - \mathcal{J}_m}{\mathcal{J}_B - C_{3M3} O_p} m_m = \frac{8,5 \cdot 0,528 - 3,4}{25 - 7,04 \cdot 0,528} \cdot 55000 = 2811,65 \text{ кг.}$$

Маса нормалізованої суміші:

$$m_{cm} = m_m + m_g = 55000 + 2811,65 = 57811,65 \text{ кг.}$$

Масова частка жиру нормалізованої суміші:

$$\mathcal{J}_{cm} = \frac{m_m \cdot \mathcal{J}_m + m_g \cdot \mathcal{J}_g}{m_{cm}} = \frac{55000 \cdot 3,4 + 2811,65 \cdot 25}{57811,65} = 4,45\%.$$

Маса цукру:

$$\begin{aligned} m_{цук} &= \frac{m_{cm} \cdot \mathcal{J}_{cm}}{100} \cdot \frac{ЦУК_{np}}{\mathcal{J}_{np}} \cdot \frac{100 - B_{цук}}{100 - B_{жс}} \cdot K_{цук} = \\ &= \frac{57811,65 \cdot 4,45}{100} \cdot \frac{45,5}{7,4} \cdot \frac{100 - 1,61}{100 - 0,41} \cdot 1,0164 = 15883,82 \text{ кг.} \end{aligned}$$

Маса води для приготування цукрового сиропу:

$$m_{води} = m_{цук} \cdot \frac{C_{цук} - C_{сир}}{C_{сир}} = 15883,82 \cdot \frac{99,75 - 65}{65} = 8491,73 \text{ кг.}$$

Маса кава-цикорної суміші визначається за формулою:

$$m_{нап} = \frac{m_{cm} \cdot \mathcal{J}_{cm} \cdot НАП_{np}}{100 \cdot \mathcal{J}_{np}} \cdot \frac{100}{C_{нап}} \cdot K_{нап} = \frac{57811,65 \cdot 4,45 \cdot 5,6}{100 \cdot 7,4} \cdot \frac{100}{36} \cdot \frac{100}{100 - 2} = 5518,3 \text{ кг}$$

де  $НАП_{np}$  – масова частка сухих речовин наповнювача у продукті, %;

$K_{нап}$  – коефіцієнт, що враховує загальні втрати наповнювача:

$$K_{нап} = \frac{100}{100 - B_{нап}}.$$

При складанні кава-цикорної суміші на кожні 80 кг натуральної кави додають 20 кг цикорію.

Маса натуральної кави:

$$m_k = \frac{80 \cdot m_{нап}}{100} = \frac{80 \cdot 5518,3}{100} = 4414,64 \text{ кг.}$$

Маса цикорію:

$$m_{ц} = m_{нап} - m_k = 5518,3 - 4414,64 = 1103,66 \text{ кг.}$$

Масова частка сухих речовин молочної суміші:

$$СМЗ_{см} = \frac{СМЗ_{м} \cdot m_{м} + СМЗ_{г} \cdot m_{г}}{m_{см}} = \frac{11,9 \cdot 55000 + 32,04 \cdot 2811,65}{57811,65} = 12,9\%.$$

Маса готового продукту:

$$m_{np} = \frac{(m_{см} \cdot \frac{СМЗ_{см}}{100} + m_{цук} + m_{нап} \cdot \frac{C_{нап}}{100}) \cdot 100}{100 - W_{np}} =$$

$$= \frac{(57811,65 \cdot \frac{12,9}{100} + 15883,82 + 5518,3 \cdot \frac{36}{100}) \cdot 100}{100 - 27,5} = 34935,32 \text{ кг}.$$

#### 4.6. Комбіновані згущені молочні консерви з цукром

**ПРИКЛАД 5.** На виробництво продукту молочного згущеного з цукром масовою часткою жиру 8,5 % направляють 15 т знежиреного молока масовою часткою СМЗ 8,8 %. Провести розрахунки за рецептурою. Планові показники продукту молочного згущеного з цукром:  $J_{np} = 8,8 \%$ ,  $СЗМЗ_{np} = 18,9 \%$ ,  $ЦУК_{np} = 44,5 \%$ ,  $W_{np} = 27,8 \%$ .

#### РОЗРАХУНОК.

Рецептура на продукт молочний згущений з цукром масовою часткою жиру 8,5% (кг на 1000 кг продукту з урахуванням втрат)

| Назва сировини                              | Норма, кг |
|---|-----------|
| Молоко знежирене масовою часткою СМЗ 8,8 %  | 2160      |
| Жир рослинний масовою часткою жиру 99 %     | 87,8      |
| Цукор масовою часткою сухих речовин 99,75 % | 445       |
| Вода питна                                  | 238       |
| Всього суміші                               | 2930,8    |

Масу компонентів, необхідних для виробництва продукту, розраховуємо за формулою:

$$m_{ком} = \frac{m_{зн} \cdot m_{ком}^{рец}}{m_{зн}^{рец}},$$

де  $m_{ком}^{рец}$ ,  $m_{зн}^{рец}$  – маса компонента, знежиреного молока за рецептурою.

Маса жиру рослинного:

$$m_{ж.р.} = \frac{15000 \cdot 87,8}{2160} = 609,7 \text{ кг.}$$

Маса цукру:

$$m_{цук} = \frac{15000 \cdot 445}{2160} = 3090,3 \text{ кг.}$$

Маса води:

$$m_в = \frac{15000 \cdot 238}{2160} = 1652,8 \text{ кг.}$$

Маса готового продукту:

$$m_{np} = \frac{(m_{зн} \cdot \frac{СМЗ_{зн}}{100} + m_{цук} + m_{ж.р.} \cdot \frac{C_{ж.р.}}{100}) \cdot 100}{100 - W_{np}} =$$
$$= \frac{(15000 \cdot \frac{8,8}{100} + 3090,3 + 609,7 \cdot \frac{99}{100}) \cdot 100}{100 - 27,8} = 6944,5 \text{ кг.}$$

**ПРИКЛАД 6.** На виробництво продукту молочного згущеного з цукром масовою часткою жиру 5 % направляють 12 т знежиреного молока масовою часткою СМЗ 8,8 %. Провести розрахунки за рецептурою. Планові показники продукту молочного згущеного з цукром:  $Ж_{np} = 5,3 \%$ ,  $СЗМЗ_{np} = 21,4 \%$ ,  $ЦУК_{np} = 45 \%$ ,  $W_{np} = 28,3 \%$ .

### РОЗРАХУНОК.

Рецептура на продукт молочний згущений з цукром масовою часткою жиру 5 % (кг на 1000 кг продукту з урахуванням втрат)

| Назва сировини                              | Норма, кг |
|---|-----------|
| Молоко знежирене масовою часткою СМЗ 8,8 %  | 2000      |
| Сироватка молочна масовою часткою СМЗ 5,8 % | 680       |
| Жир рослинний масовою часткою жиру 99 %     | 52,5      |
| Цукор масовою часткою сухих речовин 99,75 % | 450       |
| Вода питна                                  | 240       |
| Всього суміші                               | 3422,5    |

Маса сироватки молочної:

$$m_{c.m.} = \frac{12000 \cdot 680}{2000} = 4080 \text{ кг.}$$

Маса жиру рослинного:

$$m_{ж.р.} = \frac{12000 \cdot 52,5}{2000} = 315 \text{ кг.}$$

Маса цукру:

$$m_{цук} = \frac{12000 \cdot 450}{2000} = 2700 \text{ кг.}$$

Маса води:

$$m_{в} = \frac{12000 \cdot 240}{2000} = 1440 \text{ кг.}$$

Маса готового продукту:

$$m_{np} = \frac{(m_{зн} \cdot \frac{СМЗ_{зн}}{100} + m_{цук} + m_{ж.р.} \cdot \frac{C_{ж.р.}}{100}) \cdot 100}{100 - W_{np}} =$$
$$= \frac{(12000 \cdot \frac{8,8}{100} + 4080 \cdot \frac{5,8}{100} + 2700 + 315 \cdot \frac{99}{100}) \cdot 100}{100 - 28,3} = 6003,5 \text{ кг.}$$

#### 4.7. Сухе незбиране молоко

**ПРИКЛАД 7.** Виконати розрахунки потрібні для виробництва сухого молока масовою часткою жиру 25 % із незбираного молока масовою часткою жиру 3,4 %, густиною 1027 кг/м<sup>3</sup>. Маса незбираного молока 60 т. Втрати жиру 0,45 %, сухих речовин 0,71 %.

**РОЗРАХУНОК.** Масова частка сухого молочного залишку молока:

$$СМЗ_{м} = \frac{4,9 \cdot Ж_{м} + Г_{м}}{4} + 0,5 = \frac{4,9 \cdot 3,4 + 27}{4} + 0,5 = 11,4\%;$$

$$СЗМЗ_{м} = СМЗ_{м} - Ж_{м} = 11,4 - 3,4 = 8,0\%;$$

$$O_{м} = Ж_{м} / СЗМЗ_{м} = 3,4 / 8,0 = 0,425.$$

Планові показники, потрібні для розрахунку нормалізації сухого молока:

$Ж_{np} = 26,1\%$ ;  $СЗМЗ_{np} = 70,9\%$ ;  $O_{np} = 0,368$ . Порівняємо  $O_{м}$  і  $O_{np}$

$$O_{м} > O_{np}, \quad 0,425 > 0,368.$$

Нормалізацію проводимо знежиреним молоком, масова частка жиру якого 0,05 %, густина – 1031 кг/м<sup>3</sup>.

Сухий знежирений молочний залишок знежиреного молока визначаємо за формулою:

$$CЗМЗ_{зн} = \frac{CЗМЗ_M \cdot 100}{100 - Ж_M} = \frac{8,0 \cdot 100}{100 - 3,4} = 8,28\%.$$

Обчислимо коефіцієнт, що враховує втрати жиру і сухих речовин:

$$K = \frac{1}{(1 + O_{np}) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot B_{жс}}{1 - 0,01 \cdot B_{СМЗ}} - O_{np}} = \frac{1}{(1 + 0,368) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot 0,45}{1 - 0,01 \cdot 0,71} - 0,368} = 0,9964;$$

$$O_p = K \cdot O_{np} = 0,9964 \cdot 0,368 = 0,367.$$

Маса знежиреного молока:

$$m_{зн} = \frac{Ж_M - CЗМЗ_M \cdot O_p}{CЗМЗ_{зн} \cdot O_p - Ж_{зн}} m_M = \frac{3,4 - 8,0 \cdot 0,367}{8,28 \cdot 0,367 - 0,05} \cdot 60000 = 9314,9 \text{ кг}.$$

Маса нормалізованої суміші:

$$m_{см} = m_M + m_{зн} = 60000 + 9314,9 = 69314,9 \text{ кг}.$$

Масова частка жиру нормалізованої суміші:

$$Ж_{см} = \frac{m_M \cdot Ж_M + m_{зн} \cdot Ж_{зн}}{m_{см}} = \frac{60000 \cdot 3,4 + 9314,9 \cdot 0,05}{69314,9} = 2,95\%.$$

Маса готового продукту:

$$m_{np} = \frac{m_{см} \cdot Ж_{см}}{Ж_{np}} \cdot \frac{100 - B_{жс}}{100} = \frac{69314,9 \cdot 2,95}{26,1} \cdot \frac{100 - 0,45}{100} = 7799,2 \text{ кг}.$$

**ПРИКЛАД 8.** Виконати розрахунки, потрібні для виробництва сухого молока масовою часткою жиру 15%. Для виробництва продукту направлено 95 т незбираного молока масовою часткою жиру 3,7 %, густиною 1028 кг/м<sup>3</sup>. Розглянути випадок нормалізації знежиреним молоком, що одержали в процесі сепарування частини партії молока. Масова частка жиру знежиреного молока 0,05 %, густина 1032 кг/м<sup>3</sup>. Втрати жиру при виробництві сухого молока взяти 0,45 %, втрати сухих речовин 0,71 %.

**РОЗРАХУНОК.** Масова частка сухого молочного залишку молока:



$$CMЗ_{\text{м}} = \frac{4,9 \cdot Ж_{\text{м}} + Г_{\text{м}}}{4} + 0,5 = \frac{4,9 \cdot 3,7 + 28}{4} + 0,5 = 12\%;$$

$$CЗМЗ_{\text{м}} = CMЗ_{\text{м}} - Ж_{\text{м}} = 12 - 3,7 = 8,3\%;$$

$$O_{\text{м}} = Ж_{\text{м}} / CЗМЗ_{\text{м}} = 3,7 / 8,3 = 0,446.$$

Планові показники, потрібні для розрахунку нормалізації сухого молока масовою часткою жиру 15%:  $Ж_{\text{нр}} = 15,8\%$ ;  $CЗМЗ_{\text{нр}} = 81,7\%$ ;  $O_{\text{нр}} = 0,196$ . Порівняємо  $O_{\text{м}}$  і  $O_{\text{нр}}$

$$O_{\text{м}} > O_{\text{нр}}, \quad 0,446 > 0,196.$$

Нормалізацію проводимо знежиреним молоком.

Масу молока, яке потрібно просепарувати визначаємо за формулою (4.28.).

Масова частка жиру нормалізованої суміші:

$$Ж_{\text{см}} = \frac{O_{\text{п}} \cdot CЗМЗ_{\text{м}} \cdot 100}{100 - Ж_{\text{м}} + O_{\text{п}} \cdot CЗМЗ_{\text{м}}};$$

$$O_{\text{п}} = K \cdot O_{\text{нр}}.$$

Обчислимо коефіцієнт, що враховує втрати жиру і сухих речовин:

$$K = \frac{1}{(1 + O_{\text{нр}}) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot B_{\text{ж}}}{1 - 0,01 \cdot B_{\text{CMЗ}}} - O_{\text{нр}}} = \frac{1}{(1 + 0,196) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot 0,45}{1 - 0,01 \cdot 0,71} - 0,196} = 0,9969;$$

$$O_{\text{п}} = K \cdot O_{\text{нр}} = 0,9969 \cdot 0,196 = 0,1954.$$

$$Ж_{\text{см}} = \frac{0,1954 \cdot 8,3 \cdot 100}{100 - 3,7 + 0,1954 \cdot 8,3} = 1,66\%.$$

Вихід вершків під час сепарування, %:

$$\Pi_{\text{в}} = \frac{100(Ж_{\text{м}} - Ж_{\text{зп}})}{Ж_{\text{в}} - Ж_{\text{зп}}} = \frac{100 \cdot (3,7 - 0,05)}{30 - 0,05} = 12,2\%.$$

$$\begin{aligned} m_{\text{сеп.м}} &= m_{\text{м}} \frac{(Ж_{\text{м}} - Ж_{\text{см}})100}{(100 - \Pi_{\text{в}})(Ж_{\text{в}} - Ж_{\text{зп}}) + 100(Ж_{\text{м}} - Ж_{\text{см}})} = \\ &= 95000 \cdot \frac{(3,7 - 1,66) \cdot 100}{(100 - 12,2) \cdot (30 - 0,05) + 100 \cdot (3,7 - 1,66)} = 6839,3 \text{ кг}. \end{aligned}$$

Маса вершків, одержаних під час сепарування:

$$m_{\text{в}} = \frac{m_{\text{сеп.м}} \cdot \Pi_{\text{в}}}{100} = \frac{6839,3 \cdot 12,2}{100} = 833,6 \text{ кг}.$$

Маса знежиреного молока, одержаного під час сепарування:

$$m_{\text{зн}} = (m_{\text{сеп.м}} - m_{\text{г}}) \frac{100 - B_{\text{зн}}}{100} = (6839,3 - 833,6) \frac{100 - 0,4}{100} = 5981,7 \text{ кг.}$$

Маса нормалізованої суміші:

$$m_{\text{см}} = (m_{\text{м}} - m_{\text{сеп.м}}) + m_{\text{зн}} = (95000 - 6839,3) + 5981,7 = 94142,4 \text{ кг.}$$

Маса готового продукту:

$$m_{\text{пр}} = \frac{m_{\text{см}} \cdot \mathcal{J}_{\text{см}}}{\mathcal{J}_{\text{пр}}} \cdot \frac{100 - B_{\text{ж}}}{100} = \frac{94142,4 \cdot 1,66}{15,8} \cdot \frac{100 - 0,45}{100} = 9846,4 \text{ кг.}$$

#### 4.8. Сухі вершки

**ПРИКЛАД 9.** Знайти масу сухих вершків, отриманих з 50 т незбираного молока масовою часткою жиру 4 %, густиною 1029 кг/м<sup>3</sup>. Втрати жиру 0,50 %, сухих речовин – 0,79 %. Для нормалізації використати вершки масовою часткою жиру 35 %.

**РОЗРАХУНОК.** Масова частка сухого молочного залишку незбираного молока

$$СМЗ_{\text{м}} = \frac{4,9 \cdot \mathcal{J}_{\text{м}} + \Gamma_{\text{м}}}{4} + 0,5 = \frac{4,9 \cdot 4,0 + 29}{4} + 0,5 = 12,6\%;$$

$$СЗМЗ_{\text{м}} = СМЗ_{\text{м}} - \mathcal{J}_{\text{м}} = 12,6 - 4,0 = 8,6\%;$$

$$O_{\text{м}} = \mathcal{J}_{\text{м}} / СЗМЗ_{\text{м}} = 4,0 / 8,6 = 0,465$$

Планові показники сухих вершків:

$$\mathcal{J}_{\text{пр}} = 43,5\%; \text{СЗМЗ}_{\text{пр}} = 54,0\%; O_{\text{пр}} = 0,8055.$$

Порівняємо  $O_{\text{м}}$  і  $O_{\text{пр}}$

$$O_{\text{м}} < O_{\text{пр}}, \quad 0,465 < 0,8055.$$

Нормалізацію проводимо вершками.

Сухий молочний залишок вершків розраховуємо за формулою:

$$СМЗ_{\text{г}} = \frac{100 + 9,615 \cdot \mathcal{J}_{\text{г}}}{10,625} = \frac{100 + 9,615 \cdot 35}{10,625} = 41,08\%;$$

$$СЗМЗ_{\text{г}} = СМЗ_{\text{г}} - \mathcal{J}_{\text{г}} = 41,08 - 35 = 6,08\%.$$

Коефіцієнт, що враховує нормативні втрати жиру і сухого молочного залишку, визначимо за формулою:

$$K = \frac{1}{(1 + O_{np}) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot B_{жс}}{1 - 0,01 \cdot B_{СМЗ}} - O_{np}} = \frac{1}{(1 + 0,8055) \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot 0,5}{1 - 0,01 \cdot 0,79} - 0,8055} = 0,9948;$$

$$O_p = K \cdot O_{np} = 0,9948 \cdot 0,8055 = 0,8013.$$

Маса вершків:

$$m_{\epsilon} = \frac{СЗМЗ_{\text{м}} \cdot O_p - Ж_{\text{м}}}{Ж_{\epsilon} - СЗМЗ_{\epsilon} \cdot O_p} \cdot m_{\text{м}} = \frac{8,6 \cdot 0,8013 - 4,0}{35 - 6,08 \cdot 0,8013} \cdot 50000 = 11435 \text{ кг.}$$

Маса нормалізованої суміші:

$$m_{\text{см}} = m_{\text{м}} + m_{\epsilon} = 50000 + 11435 = 61435 \text{ кг.}$$

Масова частка жиру нормалізованої суміші:

$$Ж_{\text{см}} = \frac{m_{\text{м}} \cdot Ж_{\text{м}} + m_{\epsilon} \cdot Ж_{\epsilon}}{m_{\text{см}}} = \frac{50000 \cdot 4,0 + 11435 \cdot 35}{61435} = 9,77\%.$$

Маса готового продукту:

$$m_{np} = \frac{m_{\text{см}} \cdot Ж_{\text{см}}}{Ж_{np}} \cdot \frac{100 - B_{жс}}{100} = \frac{61435 \cdot 9,77}{43,5} \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 13729,2 \text{ кг.}$$

#### 4.9. Сухе знежирене молоко

**ПРИКЛАД 10.** Виконати розрахунки, необхідні для виробництва сухого знежиреного молока. На виробництво продукту направити 90 т незбираного молока масовою часткою жиру 3,6 %, густиною 1028 кг/м<sup>3</sup>. Масова частка жиру вершків при сепаруванні 30 %, втрати вершків при сепаруванні 0,07 %, втрати знежиреного молока при сепаруванні 0,4 %. Норма втрат сухих речовин при сушінні на розпилювальній сушарці 3,4 %.

**РОЗРАХУНОК.** Визначимо масу знежиреного молока, яке отримали при сепаруванні незбираного молока:

$$m_{\text{зн}} = \frac{m_{\text{м}} \cdot (Ж_{\epsilon} - Ж_{\text{м}})}{Ж_{\epsilon} - Ж_{\text{зн}}} \cdot \frac{100 - B_{\text{зн}}}{100} = \frac{90000 \cdot (30 - 3,6)}{30 - 0,05} \cdot \frac{100 - 0,4}{100} = 79015 \text{ кг.}$$

Маса вершків:

$$m_{\epsilon} = (m_{\text{м}} - m_{\text{зн}}) \cdot \frac{100 - B_{\epsilon}}{100} = (90000 - 79015) \cdot \frac{100 - 0,07}{100} = 10977,4 \text{ кг.}$$

Сухий молочний залишок знежиреного молока:

$$СМЗ_{зн} = \frac{\Gamma_{зн}}{4} + Ж_{зн} + 0,59 = \frac{32}{4} + 0,05 + 0,59 = 8,64\%.$$

Маса готового продукту:

$$m_{np} = \frac{m_{зн} \cdot СМЗ_{зн}}{СМЗ_{np}} \cdot \frac{100 - B_{смз}}{100} = \frac{79015 \cdot 8,64}{97} \cdot \frac{100 - 3,4}{100} = 6798,7 \text{ кг.}$$

#### 4.10. Суха молочно-круп'яна суміш «Геракл»

**ПРИКЛАД 11.** Розрахувати маси компонентів, необхідні для приготування молочно-гречаної суміші «Геракл» з цукром, якщо маса готового продукту 800 кг. Сировиною для виробництва продукту є сухе молоко. Розрахунок ведуть згідно рецептури.

Рецептура на 1000 кг сухої суміші «Геракл»

| Назва сировини                                  | Норма без урахування втрат, кг | Норма з урахуванням втрат, кг |                  |
|---|--------------------------------|-------------------------------|------------------|
|   |                                | споживча тара                 | транспортна тара |
| Молоко незбиране сухе масовою часткою жиру 20 % | 500                            | 505,0                         | 503,0            |
| Борошно кондитерське гречане                    | 400                            | 404,0                         | 402,2            |
| Цукор-пісок                                     | 100                            | 101,0                         | 100,8            |
| Всього  | 1000                           | 1010                          | 1006             |

Маса продукту з урахуванням втрат при фасуванні у споживчу тару:

$$m_{np} = \frac{800 \cdot 1010}{1000} = 808 \text{ кг.}$$

Маса сухого незбираного молока:

$$m_{с.м.} = \frac{808 \cdot 505}{1010} = 404 \text{ кг.}$$

Маса борошна кондитерського гречаного:

$$m_{з.б.} = \frac{808 \cdot 404}{1010} = 323,2 \text{ кг.}$$

Маса цукру:

$$m_{\text{сух}} = \frac{808 \cdot 101}{1010} = 80,8 \text{ кг.}$$

#### 4.11. Сухе молоко з плодово-ягідними соками

**ПРИКЛАД 12.** Розрахувати маси компонентів, необхідні для приготування сухого молока з плодово-ягідними соками. На виробництво продукту направлено 12 т знежиреного молока масовою часткою СМЗ 8,0 %. Розрахунок ведуть згідно рецептури.

Рецептура на 1000 кг сухого молока з плодово-ягідними соками

| Назва сировини   | Маса компонентів для сухого знежиреного молока, кг |                     |
|--|--|---------------------|
|  | з яблучним соком                                   | з виноградним соком |
| Молоко знежирене, масова частка сухих речовин 8,0 %    | 9840   | 9840                |
| Сік яблучний:  |  |                     |
| – з масовою часткою сухих речовин 9 %;                 | 2220   | –                   |
| – концентрований, з масовою часткою сухих речовин 70 % | 279  | –                   |
| Сік виноградний:                                       |  |                     |
| – з масовою часткою сухих речовин 14 %;                | –  | 1358                |
| – концентрований, з масовою часткою сухих речовин 70 % | –  | 279                 |

##### 1. Сухе знежирене молоко з яблучним соком

Маса яблучного соку з масовою часткою сухих речовин 9%:

$$m_{\text{я.с.}} = \frac{12000 \cdot 2220}{9840} = 2707,32 \text{ кг.}$$

Маса готового продукту:

$$m_{\text{пр}} = \frac{12000 \cdot 1000}{9840} = 1219,51 \text{ кг.}$$

Втрати при розпилювальному сушінні становлять 3,4 % враховані у нормі витрат молока знежиреного (9840 кг), а без втрат згідно нормативної документації норма 9500 кг/т.

## 2. Сухе знежирене молоко з виноградним соком

Маса виноградного концентрованого соку з масовою часткою сухих речовин 70 %:

$$m_{в.с.} = \frac{12000 \cdot 279}{9840} = 340,24 \text{ кг.}$$

Маса готового продукту:

$$m_{np} = \frac{12000 \cdot 1000}{9840} = 1219,51 \text{ кг.}$$

## РОЗДІЛ 5

### УСТАНОВКИ Й АПАРАТИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗГУЩЕНИХ І СУХИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Установки й апарати для виробництва згущених молочних продуктів можна поділити на вакуум-випарні установки, апарати для готування цукрових сиропів і кристалізатори для проведення кристалізації лактози.

#### 5.1. Вакуум-випарні установки

Вакуум-випарні установки можна класифікувати таким чином. Залежно від принципу дії розрізняють установки безперервні і періодичні; від форми та числа корпусів – одно- і багатокорпусні установки; поверхонь, що гріють – установки з трубними і пластинковими калоризаторами; від агента, що гріє – установки з паровим, аміачним і фреоновим нагріванням; від умов кипіння продукту – циркуляційні і плівкові.

Фізична суть роботи вакуум-випарних установок полягає в тому, що молоко згущується в результаті усунення пари з киплячого продукту. Продукт кипить внаслідок штучно створюваного вакууму при температурах, значно менших, ніж температура кипіння при атмосферному тиску. У вакуум-випарних установках молоко і молочні продукти згущують при температурах 20–80 °С. У вакуум-випарних установках вакуум створюється в результаті видалення пари з зони кипіння. Пара конденсується і її об'єм зменшується в тисячі разів. Щоб одержати 1 л води при залишковому тиску  $9,8 \cdot 10^3 - 5 \cdot 10^4$  Па, необхідно сконденсувати відповідно пари 14,95 і 3,3 м<sup>3</sup>. Пара, що видаляється з продукту, називається вторинною, чи соковою. При кипінні продукту під вакуумом витрата тепла на утворення вторинної пари більша, ніж при атмосферному кипінні. Це пояснюється збільшенням теплоти паротворення зі зниженням температури кипіння.

### 5.1.1. Установки з трубними калоризаторами

Однокорпусна вакуум-випарна установка з двома інжекторами (рис. 5.1.). Під час роботи вакуум-випарної установки молоко подається в апарат доти, поки в сепараторі не нагромадиться згущений продукт у достатній кількості. При цьому необхідно стежити за тим, щоб рівень молока в сепараторі 30 не досягав сполучного патрубка 29. Регулювальний кран 21 закривають настільки, щоб забезпечити таку подачу нових порцій молока, при якій зберігається нормальна циркуляція молока (із сепаратора молоко по циркуляційній трубі 26 поступає в калоризатор).

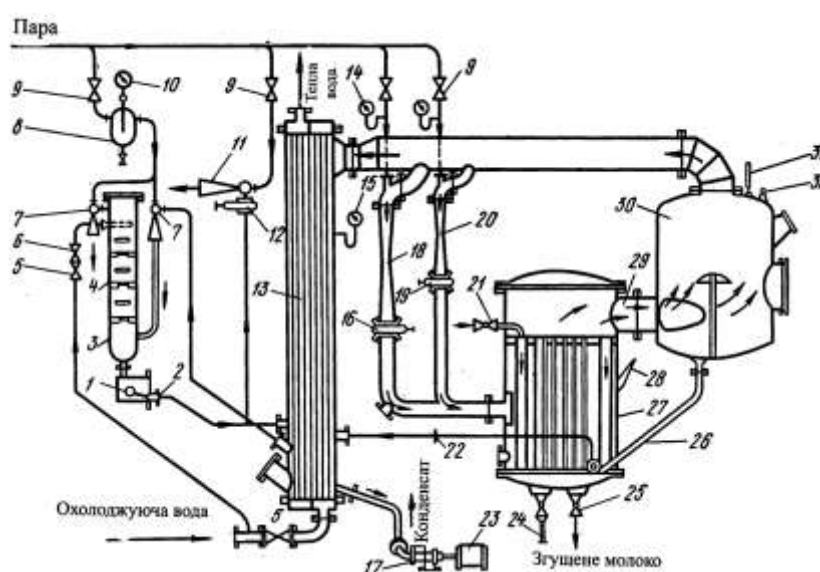


Рис. 5.1. Схема вакуум-випарної установки з двома інжекторами:

1 – відвідник конденсату; 2 – дросельна шайба; 3 – проміжний конденсатор; 4 – концентричні тарілки; 5, 6 – вентилі для холодної води; 7 – ежектори для відсмоктування повітря з конденсаторів 3 і 13; 8 – водовідділювач; 9 – парові вентилі; 10, 14 – манометри; 11 – пусковий ежектор; 12 – засувка до пускового ежектора; 13 – конденсатор; 15 – вакуумметр; 16, 19 – засувки; 17 – відцентровий насос; 18 – великий інжектор; 20 – малий інжектор; 21 – регулюючий кран для подачі продукту; 22 – підпірна шайба; 23 – електродвигун; 24 – пробовідбирач; 25 – кран для випуску продукту; 26 – циркуляційна труба; 27 – калоризатор; 28 – термометр калоризатора; 29 – сполучний патрубок; 30 – сепаратор (паровідділювач); 31 – термометр сепаратора; 32 – повітряний кран

У результаті випарювання концентрація продукту, що згущується, поступово збільшується, унаслідок чого зменшується коефіцієнт тепловіддачі від поверхні, що гріє, до продукту і знижується продуктивність апарата. Щоб компенсувати зменшення продуктивності наприкінці циклу згущення,



необхідно на початку процесу забезпечити перевищення середньої продуктивності (4000 кг випаруваної вологи в годину). Для цього кожен цикл здійснюють у три етапи.

На першому етапі в процесі випарювання працюють обидва інжектори (термокомпресора). Цикл триває доти, поки різниця між температурами пари, що гріє, і молока не стане рівною 20 °С (приблизно 1 год.). Різницю температур перевіряють термометрами 28 і 31, які встановлено на калоризаторі і сепараторі. Якщо різниця стане більшою 20 °С, малий інжектор 20 відключають засувкою 19 і вентилем 9.

Другий етап відбувається під час згущення. При цьому працює тільки великий інжектор 18 (приблизно 1 год.). Коли різниця між зазначеними температурами перевищить 20 °С, виключають великий інжектор і знову включають малий.

На третьому етапі процес згущення відбувається тільки при роботі малого інжектора. Спочатку в апарат засмоктується через регулювальний кран 21 цукровий сироп (подача молока в цей час припинена). Потім закривається регулювальний кран 21 і продукт згущується до необхідної концентрації сухих речовин, що встановлюють шляхом добору проб через пробовідбирач 24.

При вимиканні установки парові вентилі 9 перебивають, а вентилі 5 і 6 закривають. Відцентровий насос 17 виключають, повітряний кран *ш* відкривають. Продукт спускають через кран 25.

У багатокорпусних вакуум-випарних установках витрата нагрівальної пари є меншою, ніж в однокорпусних. Кількість корпусів збільшувати доцільно до визначеної межі: чим вищий порядковий номер корпусу, тим меншу економію пари можна одержати в цьому корпусі порівняно з попереднім.

Кількість корпусів обмежується температурним режимом випарювання. У кожному корпусі різниця між температурами нагрівальної пари і кипінням розчину повинна бути не менш 5–7 °С.

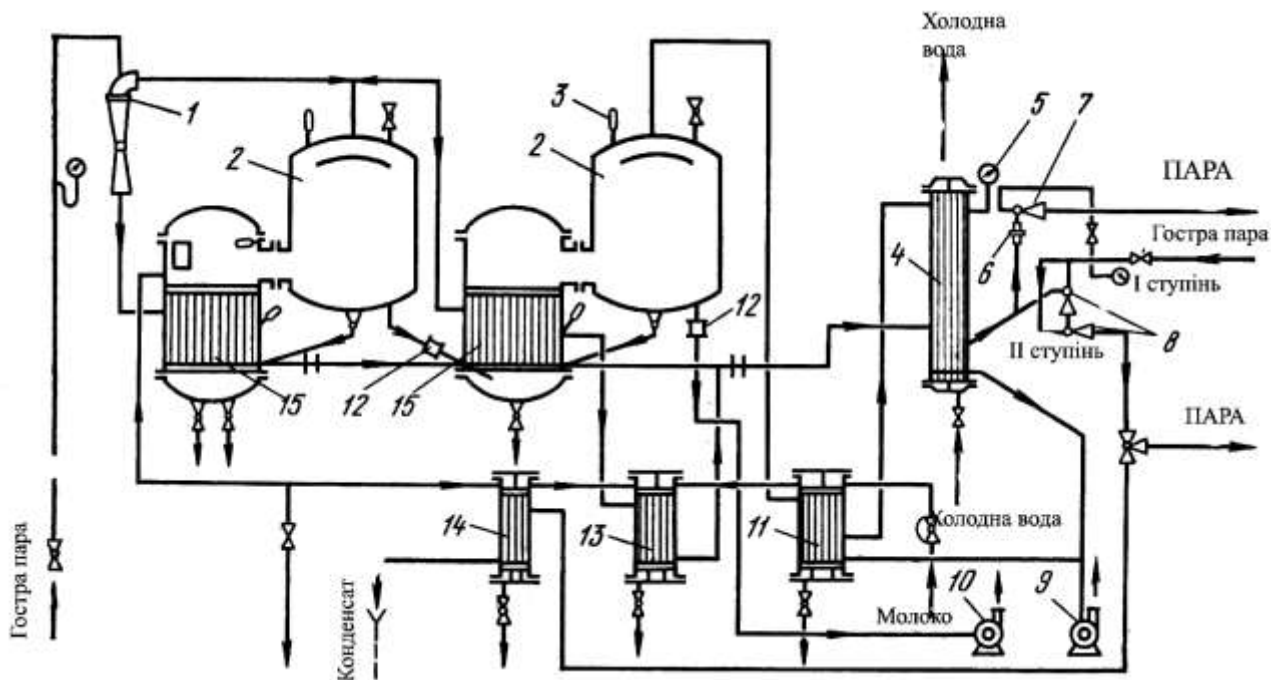
На основі теоретичного аналізу і досвіду промисловості встановлено, що собівартість випарювання 1 кг води залежно від числа корпусів змінюється в

такий спосіб. Якщо прийняти собівартість випарювання 1 кг води в однокорпусній установці за 100 %, то вона буде становити 49, 36, 32, 34 % відповідно в двох-, трьох-, чотирьох- і шестикорпусних установках.

Таким чином, при однаковій продуктивності в двокорпусних установках собівартість випаровування вологи порівняно з однокорпусною знижується більше, ніж у два рази, а в трикорпусній порівняно з двокорпусною – в 1,36 рази, у чотирьохкорпусній порівняно з трикорпусною – у 1,12 рази. У шестикорпусній установці собівартість випаровування вологи зростає порівняно з чотирьохкорпусною. Зі збільшенням корпусів вакуум-випарних установок зменшується витрата води на конденсацію вторинних пар.

*Двокорпусна циркуляційна вакуум-випарна установка з поверхневим конденсатором і системою пароструменевих вакуум-насосів (рис. 5.2.).* Вакуум-випарна установка має три трубних підігрівачів 1, 11, 13, 14, у яких молоко рухається по трубах. У міжтрубний простір подається пара для нагрівання продукту. У підігрівач першого ступеня 11 надходить вторинна пара (50 °С), утворена у другому корпусі, із сепаратора 2, в підігрівач другого ступеня 13 – вторинна пара, утворена в першому корпусі, з якої вона спочатку проходить через калоризатор другого корпусу, а потім попадає в міжтрубний простір цього підігрівача. Температура пари 68 °С. У підігрівач 14 пароповітряна суміш (100 °С) направляється з двоступеневого ежектора 8. Крім того, підігрівач 14 може виконувати функції пастеризатора, тобто вихідне сире молоко не потрібно попередньо пастеризувати.

Вторинну пару, утворену в першому корпусі, використовують у такий спосіб. Частина її служить нагрівальним агентом, у другому корпусі установки, частину направляють у підігрівач 13, інша пара надходить в інжектор, де відбувається її термокомпресія. Після термокомпресії вторинна пара використовується для нагрівання в калоризаторі першого корпусу.



**Рис. 5.2. Схема двокорпусної вакуум-випарної установки:**

1 – інжектор (термокомпресор); 2 – сепаратор; 3 – термометр; 4 – поверхневий конденсатор; 5 – мановакууметр; 6 – шибер; 7 – пусковий ежектор; 8 – двоступінчастий ежектор; 9 – вакуум-насос для відкачування конденсату; 10 – насос для відкачування згущеного молока; 11 – підігрівач першого ступеня; 12 – дросельний клапан для згущеного молока; 13 – підігрівач другого ступеня; 14 – підігрівач третього ступеня; 15 – калоризатори

При використанні вторинної пари, що надходить із другого корпусу, у підігрівачі 11 для нагрівання молока частина її конденсується, тому в поверхневий конденсатор 4 направляється порівняно невелика кількість пари, що не встигла сконденсуватися в підігрівачі першого ступеня.

Вакуум в установці створюється і підтримується системою ежекторів (пароструменевих вакуум-насосів). Ежектор 7 використовується тільки на початку роботи для створення попереднього вакууму в системі. Пароповітряна суміш з нього викидається в атмосферу. Двоступеневий ежектор 8 є робочим. У період запуску установки (створення попереднього вакууму) пароповітряна суміш з нього також потрапляє в атмосферу. У робочий період (згущення молока) ця суміш надходить у підігрівач 14.

Система відведення конденсату з калоризаторів, підігрівачів і конденсатора працює в такий спосіб. З калоризатора першого корпусу

конденсат через підпірну шайбу переходить у калоризатор другого корпусу. Потім через підпірну шайбу надходить у конденсатор 4, з якого конденсат, зібраний з калоризаторів, підігрівача другого ступеня й утворений у конденсаторі, потрапляє у вакуум-насосом 9. Конденсат, утворений у підігрівачі 11, відсмоктується тим же насосом 9.

При роботі вакуум-випарної установки молоко надходить у підігрівач 11, потім переходить у підігрівачі 13 і 14. З підігрівача 14 молоко попадає в калоризатор першого корпусу. Частково підзгущене молоко із сепаратора першого корпусу через дросельний клапан 12 переходить у калоризатор другого корпусу. Згущене до необхідної концентрації молоко із сепаратора другого корпусу через дросельний клапан безупинно відсмоктується насосом 10.

Двокорпусна вакуум-випарна установки зі здвоєними калоризаторами і циклонами для вторинної пари (рис. 5.3.). Попередньо пастеризоване при температурі 80 °С молоко відцентровим насосом 12 нагнітається в резервуар 10 для нагромадження. Далі молоко переходить у калоризатори 3 і 5 першого корпусу. Температура кипіння молока в першому корпусі 75 °С, а температура нагрівальної пари у міжтрубному просторі калоризаторів 85 °С. Частина киплячого молока з калоризаторів 3 і 5 попадає в сепаратор 4, а вторинна пара з них надходить у циклон 2.

Молоко, підзгущене в першому корпусі, надходить у калоризатори 6 і 9 другого корпусу, в яких кипить при 55 °С, а температура нагрівальної пари становить 75 °С. Готовий продукт із сепаратора 7 шестеренчастим насосом 18 безупинно подається в проміжний резервуар, встановлений перед сушильною установкою. Вторинна пара, що утворилася в другому корпусі, з циклона 8 поступає в протитічний конденсатор змішування 11.

Вторинна пара з циклона 2 частково направляється в інжектор 1 і частково – у калоризатори 6 і 9 другого корпусу. Повітря і гази з конденсатора 11 відсмоктуються водокільцевим вакуум-насосом 13. Конденсат з калоризаторів відкачується насосом 19. Для забезпечення необхідної різниці

між тиском в обох корпусах частина конденсату з першого корпусу подається в калоризатори другого корпусу.

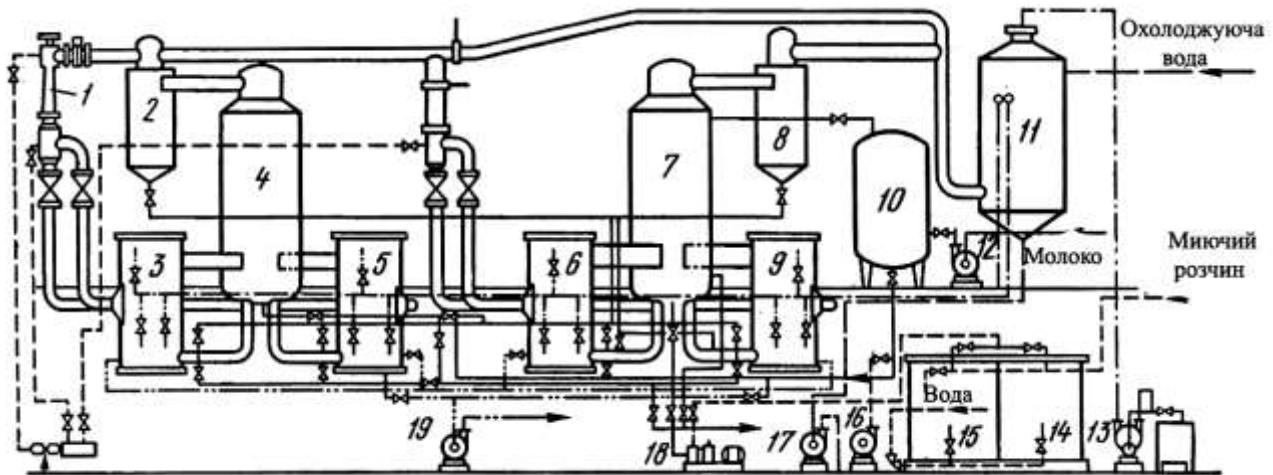


Рис. 5.3. Схема двокорпусної вакуум-випарної установки

**зі здвосіними калоризаторами і циклонами:**

1 – інжектор; 2, 8 – циклони; 3, 5 – калоризатори першого корпусу; 4 – сепаратор першого корпусу; 6, 9 – калоризатори другого корпусу; 7 – сепаратор другого корпусу; 10 – резервуар; 11 – конденсатор змішування; 12 – відцентровий насос; 13 – вакуум-насос; 14, 15 – бачки для миючих розчинів; 16 – насос для миючих розчинів; 17 – насос для води; 18 – шестерний насос; 19 – насос

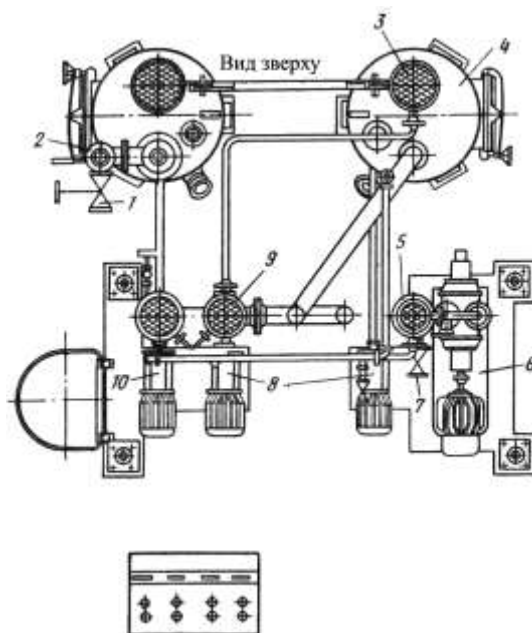
До недоліків багатокорпусних циркуляційних установок відносять наступні. Вони характеризуються великим обсягом продукту, що згущується в калоризаторах, і багаторазовою циркуляцією його при випаровуванні. Тривалість перебування продукту, що згущується, у цих установках до 30–40 хв. і більше. Крім того, в установках подібного типу не вдається регулювати тривалість теплового впливу на продукт. Вакуум-випарні апарати плівкові бувають із піднімаючою і падаючою плівками. Другі найбільш раціональні, тому і є найбільш поширеними. Переваги апаратів з падаючою плівкою полягають, насамперед, у дуже малому об’ємі рідини, що випаровується, скороченні тривалості перебування продукту в кожному випарному апараті до 3 хв. і зменшенні втрат на гідростатичну депресію. Крім того, ці апарати можуть працювати при малих різницях між температурою нагрівальної пари і киплячої плівки при досить високих значеннях коефіцієнта теплопередачі. Оскільки випарювання молока відбувається в тонкій плівці, практично

виключається піноутворення, що дозволяє працювати без помітної втрати продукту внаслідок бризковинусу й одночасно одержувати досить чистий конденсат вторинної пари. У зв'язку з тим, що в апаратах з падаючою плівкою одночасно знаходиться невелика кількість молока, що згущується (150–300 л), вони більш чутливі до змін тиску нагрівальної пари, температури і кількості холодної води, а також до змін витрати молока, яке подається на згущення.

*Двокорпусна плівкова вакуум-випарна установка* (рис. 5.4.). Вихідне молоко насосом 8 подається в трубний підігрівач першого ступеня 9 і нагрівається вторинною парою (50–65 °С), що надходить із сепаратора 4 другого корпусу. З підігрівача першого ступеня молоко переходить у підігрівач другого ступеня, що обігрівається парою, яка надходить з термокомпресора 2.

Після підігрівача другого ступеня молоко, що надходить у калоризатор 3 першого корпусу, тонкою плівкою стікає зверху вниз усередині трубок. Міжтрубний простір калоризатора заповнений нагрівальною парою, яка надходить з термокомпресора 2. Приплині плівки молока вниз воно кипить, і в сепаратор 4 попадає суміш підзгущеного продукту та вторинної пари. Підзгущене молоко опускається в нижню частину сепаратора і циркуляційним насосом 10 передається в калоризатор другого корпусу. У міжтрубний простір цього калоризатора надходить вторинна пара, що у сепараторі першого корпусу цілком звільняється від часточок продукту. У цьому калоризаторі також відбувається плівкове кипіння продукту. Із сепаратора насосом 8 готове згущене молоко безупинно потрапляє до сушильної установки.

Конденсат, утворений у калоризаторі першого корпусу, через підпірну шайбу переходить у міжтрубний простір калоризатора другого корпусу, звідки попадає в підігрівач першого ступеня і потім у конденсатор. З підігрівача другого ступеня конденсат через підпірну шайбу переходить у підігрівач першого ступеня і далі в конденсатор 5. Весь конденсат, що утворився і зібрався в конденсаторі 5, відкачується разом з повітрям і газами вакуум-насосом 6.

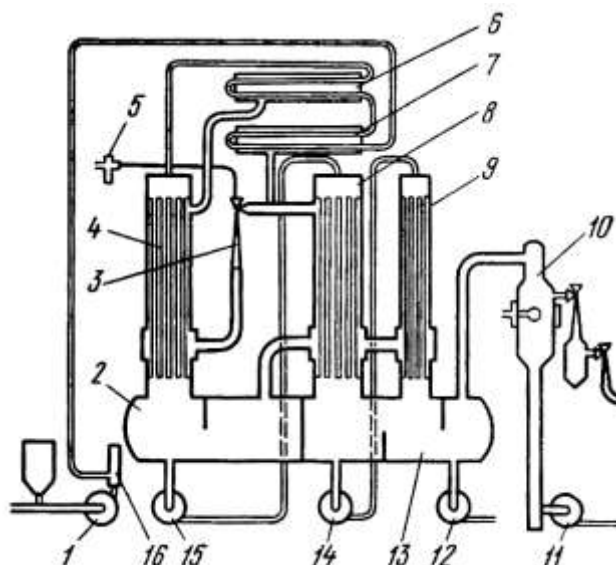


**Рис. 5.4. Двокорпусна плівкова вакуум-випарна установка:**

1 – патрубок для входу гострої пари; 2 – інжектор (термокомпресор); 3 – калоризатор; 4 – сепаратор; 5 – поверхневий конденсатор; вакуум-насос; 7 – патрубок для виходу холодної води; 8 – насоси для подачі і вивантаження готового продукту; 9 – підігрівач; 10 – циркуляційний насос; 11 – термометр; 12 – мановакууметр; 13 – майданчик для обслуговування; 14 – оглядове вікно; 15 – патрубок для відведення повітря і конденсату

Двокорпусна плівкова вакуум-випарна установка з горизонтальними сепараторами (рис. 5.5.). Продукт подається насосом 1 через лічильник 16 у підігрівач першого ступеня 7. Частково нагрітий продукт надходить у підігрівач другого ступеня 6, що обігрівається вторинною парою з калоризатора 4, далі подається у верхню частину калоризатора 4. Розподіляючись тонким шаром, продукт стікає вниз, у паровідділювач 2, в результаті чого частково згущується. Потім насосом 15 продукт, що надходить у верхню частину калоризатора 8, що обігрівається вторинною парою з першого корпусу, стікає в паровідділювач 13. Після цього продукт, що нагнітається насосом 14 у верхню частину калоризатора 9 стікає вниз, в результаті чого остаточно згущується. Концентрований продукт, що безупинно відсмоктується насосом 12, надходить на сушіння.

Особливостями цієї установки є пристрій паровідділювачів і наявність двох калоризаторів у другому ступені, що дозволяє збільшити ступінь згущення продукту за один прохід через вакуум-апарат.



**Рис. 5.5. Двокорпусна плівкова вакуум-випарна установка з горизонтальними сепараторами:**

1 – насос для подачі вихідного молока; 2, 13 – сепаратори (паровідділювачі); 3 – термокомпресор (інжектор); 4 – калоризатор першого ступеня; 5 – вентиль для гострої пари; 6 – підігрівач другого ступеня; 7 – підігрівач першого ступеня; 8 – перший калоризатор калоризатор другого ступеня; 9 – другий калоризатор другого ступеня; 10 – конденсатор змішування; 11 – насос для відведення конденсату; 12, 14, 15 – насоси для під згущеного молока; 16 – лічильник для молока

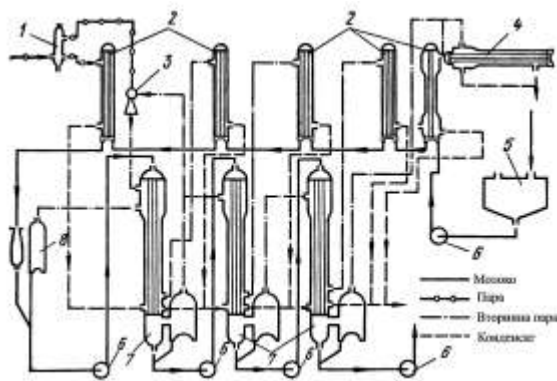
Молоко, призначене для згущення і сушіння, надходить у приймальний бак 5, звідки насосом 6 подається в підігрівачі 2 послідовно. Нагрівання продукту в цих підігрівачах здійснюється вторинною парою, що утворилася в калоризаторах установки, і нагрівальною парою, яка надходить у калоризатор першого корпусу. Потім молоко проходить високотемпературний підігрівач, де нагрівається до 140 °С. Як нагрівальний агент в цей підігрівач подається гостра пара з колектора. Після цього молоко надходить у самовипаровувач 8. Тут частково усувається волога, у результаті чого молоко охолоджується. Далі молоко насосом подається в розподільний пристрій першого корпусу калоризатора. Із молока, яке стікає по внутрішніх поверхнях труб калоризатора, видаляється пара. Підзгущене в калоризаторі молоко попадає в сепаратор, звідки насосом 6 направляється в калоризатор другого корпусу і т.д. З калоризатора третього корпусу молоко також насосом подається в проміжний резервуар для наступної подачі на сушіння.



Утворений в калоризаторах і підігрівачах конденсат проходить послідовно з нагрівальної камери одного калоризатора в нагрівальну камеру іншого.

*Трикорпусна плівкова вакуум-випарна установка* (рис. 5.6.). Установка безперервної дії плівкового типу із падаючою плівкою А2-ОВВ-4 складається з двох вакуум-апаратів з комплектом підігрівачів, пастеризатора, витримувача, конденсатора і допоміжного устаткування, з'єднаних між собою продуктовими, конденсатними, паровими трубопроводами і трубопроводами мийки (рис. 5.7.). З метою економії нагрівальної пари вакуум-апарати включені послідовно. Крім того, на першому корпусі установки і пастеризаторі використовується інжектована вторинна пара першого корпусу, що проходить через парову камеру другого корпусу. Обладнання й апарати компонують в установці за ходом технологічного процесу.

Так, для приймання і подачі продукту, а також миючих розчинів у технологічну комунікацію й автоматичної подачі води (конденсату) при відсутності продукту призначена ємність вихідного продукту. Вона являє собою вертикальну циліндричну посудину з дном, що має нахил в сторону зливу, і обладнана датчиками рівня та зливним клапаном з поплавковим регулятором. Для підігрівання вихідного продукту до температури випарювання служать підігрівачі – вертикальні восьмиходові кожухотрубні теплообмінники.



**Рис. 5.6. Схема трикорпусної вакуум-випарної установки:**

1 – колектор; 2 – підігрівач; 3 – інжектори; 4 – конденсатор; 5 – приймальний бак;  
6 – насоси; 7 – випарні апарати; 8 – самовипаровувач

Вакуум-апарати – це теплообмінники, що складаються з верхньої продуктової камери з розподільним пристроєм для утворення плівки рідини, парової камери з вертикальними кип'ятильними трубами і нижньою продуктовою камерою, з'єднаною з виносним відцентровим сепаратором. У конструкції сепаратора закладений принцип випарювання рідини, яка гравітаційно стікає у вигляді плівки по внутрішній поверхні вертикальних кип'ятильних трубок. Пастеризатор являє собою восьмиходовий кожухотрубний теплообмінник з поверхнею нагрівання  $3 \text{ м}^2$ . Витримувач складається з корпусу у вигляді труби діаметром 180 мм і двох кришок.

Конденсатор – вертикально-трубний шестиходовий поверхневий теплообмінник з поверхнею теплообміну  $24 \text{ м}^2$ . Установа інжекторів складається з інжектора першого корпусу, інжектора пастеризатора, паро- і трубопроводів. На вакуум-випарній установці як пароструменевий інжектор першого корпусу застосований односопловий інжектор з циліндричною камерою змішування.

Для усунення неконденсованих газів з конденсатора і створення розрідження в установці в період запуску служить пароструменевий двоступеневий вакуум-насос з поверхневим чотириходовим конденсатором (поверхня охолодження  $0,9 \text{ м}^2$ ).

Підготовлена сировина через витратомір надходить у ємності вихідного продукту, де за допомогою поплавкового пристрою підтримується постійний рівень. Насосом  $1H$  продукт подається в підігрівач  $1$  і проходить послідовно всі підігрівачі та пастеризатор  $V$ . Для підсилення ефекту пастеризації передбачений витримувач  $B\delta$ , з якого продукт надходить у верхню частину гріючої камери, де формується плівка, що стікає вниз по кип'ятильних трубках. Відділення рідини від пари відбувається у відцентровому сепараторі  $1c$ . Рідина збирається з дна сепаратора та нижньої частини нагрівальної камери і насосом  $2H$  передається в камеру  $2$ , де випарюваний продукт проходить аналогічний шлях.

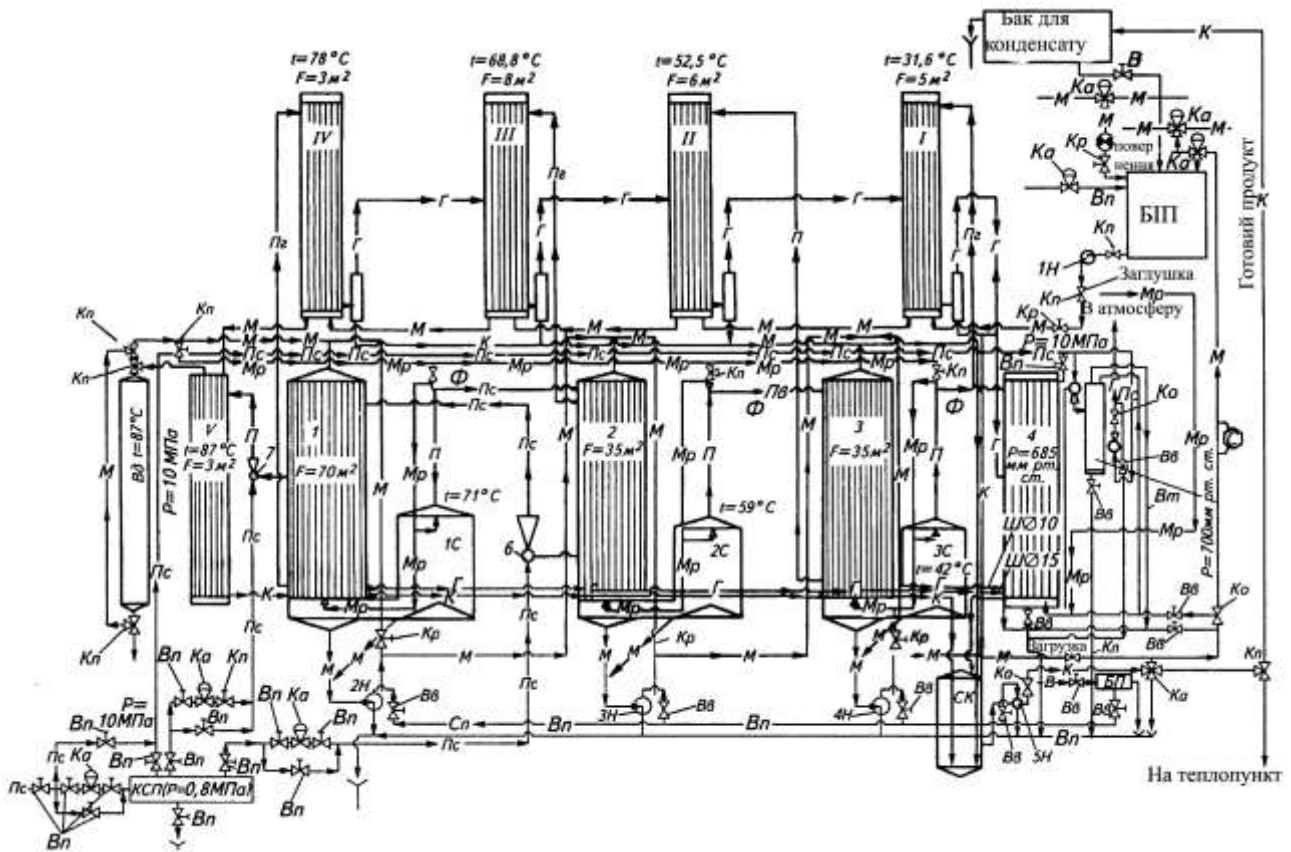


Рис. 5.7. Установка безперервної дії плівкового типу  
із падаючою плівкою А2-ОВВ-4:

П<sub>с</sub> – свіжа пара; П<sub>в</sub> – вторинна пара; П<sub>г</sub> – гриюча пара; М – молоко; В – питна вода; В<sub>т</sub> – технічна вода; К – конденсат; Г – несконденсовані гази; М<sub>р</sub> – миючий розчин; В<sub>п</sub> – паровий вентиль; В<sub>в</sub> – водяний вентиль; К<sub>р</sub> – кран регулюючий; К<sub>п</sub> – кран корковий; К<sub>о</sub> – зворотній клапан; К<sub>а</sub> – автоматичний клапан; Ш – дросельна шайба; Ф – форсунка для миття; 1-3 – нагрівальні камери; 1<sub>с</sub>-3<sub>с</sub> – сепаратори; I-IV – підігрівачі; V – пастеризатор; 4, 5 – конденсатори; 6, 7 – інжектори; БИП – бак для вихідного продукту; В<sub>д</sub> – витримувач; СК – збірник для конденсату; БП – проміжний бак; КСП – комплект свіжої пари; 1Н-5Н – відцентрові насоси

Підігрівання молока в камері другого корпусу, здійснюється вторинною парою, що поступає із сепаратора. Відпрацьована пара з парової камери другого корпусу, відкачується за допомогою інжектора б, змішується з гострою парою і подається в парову камеру першого корпусу. Пара першої камери другого корпусу в установці А2-ОВВ-4 поступає у конденсатор для нагрівання кип'ятильних трубок третього корпусу, а в установці А2-ОВВ-2 надходить у конденсатор і за рахунок конденсації створюється розрідження, необхідне для проведення витримування при більш низькій температурі.

Несконденсовані гази, які виходять з установки зі згущеним молоком, а також проникають у вакуумну ємність через нещільності у з'єднаннях, усуваються за допомогою двоступеневого пароструменевого компресора. Технічні характеристики вакуум-випарних установок приведені в табл. 5.1.

Описані вакуум-випарні установки застосовують на великих молочних заводах. Для згущення молока в умовах підприємств малої потужності використовуються вакуум-випарні установки продуктивністю до 50–100 кг випарованої вологи за годину.

Описані вакуум-випарні установки застосовують на великих молочних заводах. Для згущення молока в умовах підприємств малої потужності використовуються вакуум-випарні установки продуктивністю до 50–100 кг випарованої вологи за годину.

*Таблиця 5.1.*

**Технічні характеристики вакуум-випарних установок**

| Показники                                    | A2-OBV-2 | A2-OBV-4 |
|--|----------|----------|
| 1  | 2        | 3        |
| Продуктивність, кг/год.:                     |          |          |
| за випарованою вологою                       | 2045     | 4025     |
| за вихідним продуктом при роботі:            |          |          |
| на незбираному молоці                        | 2650     | 5300     |
| на знежиреному молоці                        | 2480     | 5150     |
| на молочній сироватці                        | 2480     | 4900     |
| Тиск робочої пари, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | 0,8 (8)  | 0,8 (8)  |
| Температура води, °С:                        |          |          |
| на вході в конденсатор                       | 28       | 28       |
| на виході з конденсатора                     | 38       | 38       |
| Температура, °С:                             |          |          |
| пастеризації                                 | 85–88    | 85–88    |

Продовження таблиці 5.1.

| 1   | 2              | 3            |
|---|----------------|--------------|
| кипіння при випарюванні незбираного і знежиреного молока в корпусах:        |                |              |
| першому   | 63–68          | 70–74        |
| другому   | 46–50          | 60–74        |
| третьому  | –              | 45–48        |
| кипіння при випарюванні сироватки в корпусах:                               |                |              |
| першому   | 65–70          | 71–78        |
| другому   | 44–50          | 61–68        |
| третьому  | –              | 48–53        |
| Площа поверхні теплообміну, м <sup>2</sup> :                                |                |              |
| вакуум-випарних установок   | 55             | 140          |
| конденсаторів   | 24             | 32           |
| Витрати:  |                |              |
| пари, кг/год.   | 620            | 1140         |
| води, м <sup>3</sup> /год.  | 28,8           | 36           |
| Споживання електроенергії (без обліку подачі води на градирню), кВт·год.    | 11,6           | 12           |
| Масова частка сухих речовин у готовому (згущеному) продукті, %, при роботі: |                |              |
| на незбираному молоці   | 43–52          | 43–52        |
| на знежиреному молоці   | 40–46          | 40–46        |
| на молочній сироватці   | 38–40          | 38–40        |
| Режим роботи  | безперервний   |              |
| Габаритні розміри, мм   | 5610×4860×6500 | 20×4860×6460 |
| Маса, кг  | 9480           | 11900        |

### 5.1.2. Установки з пластинковими калоризаторами

Вакуум-випарні установки з пластинковими калоризаторами досить компактні і не вимагають високих приміщень.

Однокорпусна вакуум-випарна установка з пластинковими калоризаторами (рис. 5.8.). У ній згущують, головним чином, знежирене молоко, призначене для вироблення високоякісного сухого молока. Стерилізоване при 140 °С і охолоджене до 88 °С знежирене молоко подається в пластинковий калоризатор на пластини 5 першої секції (рис. 5.8. б).

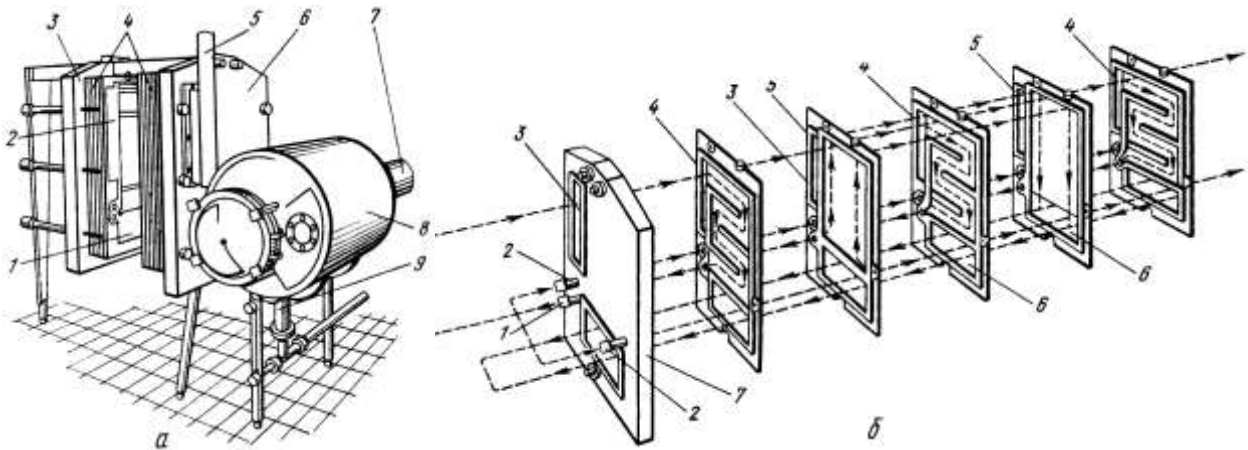


Рис. 5.8. Схема однокорпусної вакуум-випарної установки із пластинковим калоризатором:

*а* – загальний вигляд:

1 – канал для виходу продукту з пластинкового калоризатора у випарувач; 2 – канали в пластинах для входу гріючої пари; 3 – рухома плита пластинкового калоризатора; 4 – пластини; 5 – патрубок для входу пари; 6 – передня плита пластинкового калоризатора; 7 – патрубок для відведення вторинної пари; 8 – випаровувач (паровідділювач); 9 – вловлювач з патрубком для виходу готового продукту;

*б* – схема руху продукту в пластинковому калоризаторі:

1 – патрубок для виходу конденсату; 2 – патрубок для входу молока; 3 – канал для пари; 4 – пластини з каналами для пари; 5 – пластини для молока; 6 – канал для виходу продукту; 7 – передня плита.

У результаті подачі в установку нагрівальної пари, яка розподіляється по пластинах 4, молоко закипає і, піднявшись по пластині 5, переходить у другу секцію, де кипіння продукту продовжується.

З другої секції продукт із частками вторинної пари виходить з калоризатора по каналі 6 і надходить у випаровувач 8 (рис. 5.8. а), в якому

інтенсивно кипить і вторинна пара йде на конденсацію. Продукт у випаровувачі набуває обертального руху.

Згущений готовий продукт, що виходить з вакуум-випарної установки, проходить через пастку для відділення пари.

*Двокорпусна вакуум-випарна установка з пластинковими калоризаторами* (рис. 5.9.). Стерилізоване молоко надходить в автоматичний регулятор подачі 12, що підтримує необхідну кількість молока. З регулятора молоко переходить у пластинковий калоризатор 1 (вакуум  $5,5 \cdot 10^4$  Па). Продукт нагрівається парою, тиск якої близький до атмосферного. У результаті теплообміну між парою і продуктом останній закипає.

З калоризатора 1 продукт переходить у випаровувач 2, у якому відбуваються інтенсивне кипіння і видалення вторинної пари. По трубопроводу 3 вторинна пара переходить у пластинковий калоризатор 10 і використовується в якості нагрівача. Продукт, що згущується, з випаровувача першого ступеня насосом 11 нагнітається в калоризатор другого ступеня. Тиск і температура випарювання тут більш низькі, ніж у першому ступені. У випаровувачі 9 вторинна пара остаточно усувається з продукту і направляється в конденсатор змішування 4.

Вихід готового продукту автоматично регулюється залежно від концентрації сухих речовин. Продукт відводиться з випаровувача другого ступеня насосом 8. З конденсатора змішування 4 пари, що не скондесувалися, і гази надходять у двоступінчатий ежектор 6, в обох ступенях якого подається гостра пара з трубопроводу 5. З ежектора 6 пароповітряна суміш виходить назовні.

Конденсат з калоризатора 10 і проміжного конденсатора двоступеневого ежектора направляється в конденсатор змішування 4, звідки суміш конденсату й холодної води відсмоктується насосом 7. Ця суміш направляється частково в проміжний конденсатор двоступеневого ежектора. Конденсат з калоризатора 1 відводиться насосом 13.

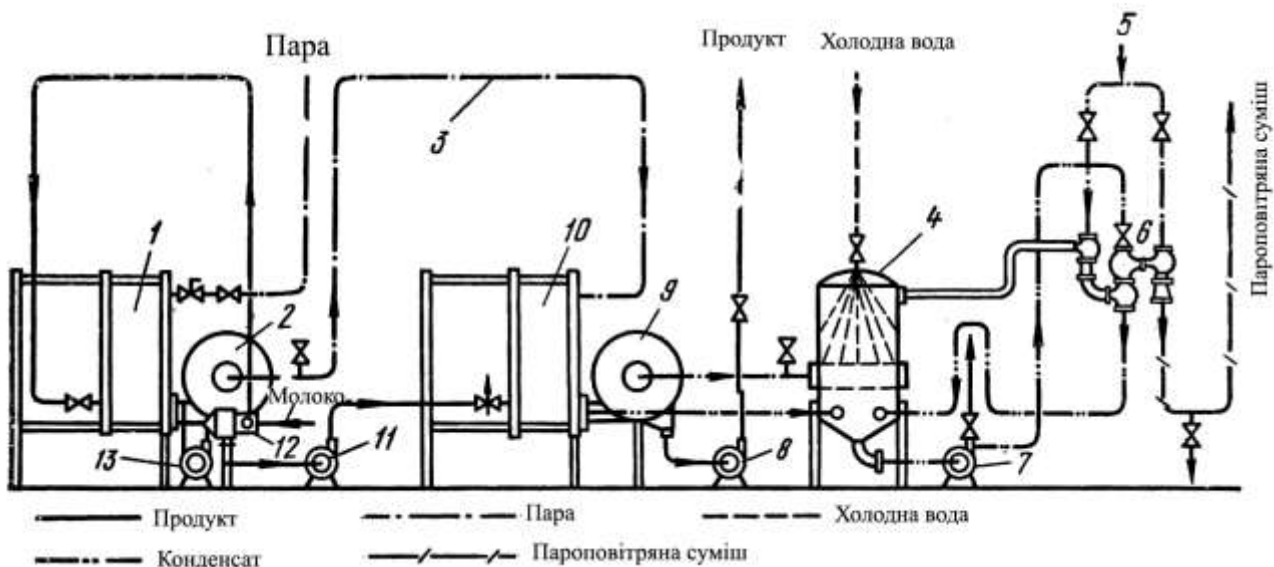


Рис. 5.9. Схема двокорпусної вакуум-випарної установки

**із пластинковими калоризаторами:**

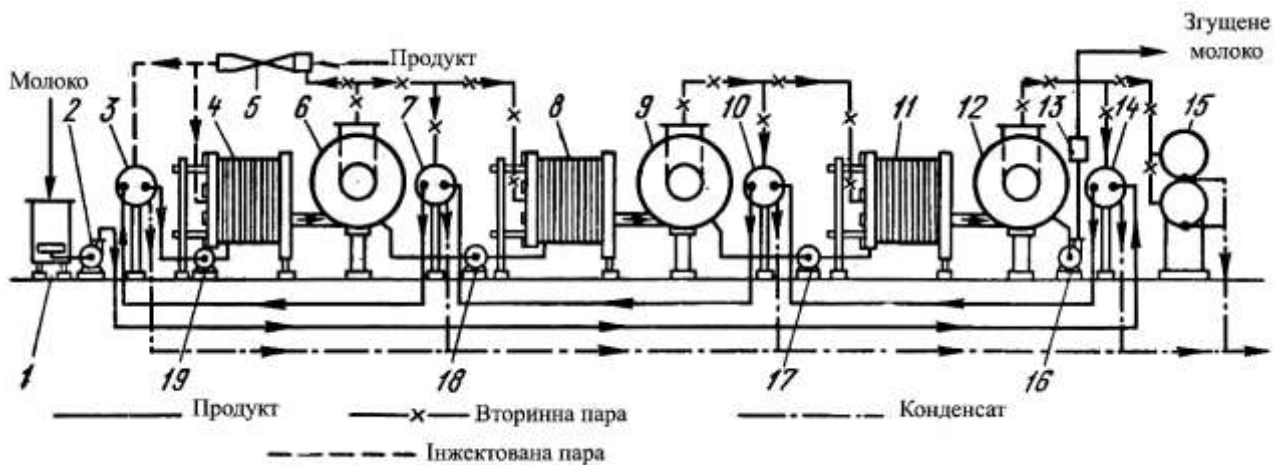
1 – пластинковий калоризатор першого ступеня; 2 – випаровувач (паровідділювач) першого ступеня; 3 – трубопровід для вторинної пари; 4 – конденсатор змішування; 5 – трубопровід для гострої пари; 6 – двоступеневий ежектор; 7 – насос для відводу води; 8, 11 – насоси для згущеного продукту; 9 – випаровувач (паровідділювач) другого ступеня; 10 – пластинковий калоризатор другого ступеня; 12 – автоматичний регулятор подачі; 13 – насос для конденсату

Установки можуть працювати без розбирання протягом 20 год. на добу. Ступінь згущення продукту для молока – 50 % сухих речовин, для знежиреного молока – 46 % сухих речовин.

Пластинкові вакуум-випарні установки компактні, мають невелику висоту. Додаючи або забираючи пластини, можна змінювати продуктивність установки.

*Трикорпусна пластинкова вакуум-випарна установка (рис. 5.10.).* Молоко надходить у зрівнюючий бак 1 і насосом 2 нагнітається в підігрівач 14, де нагрівається паром, що надходить із сепаратора 12. Потім молоко направляєється в підігрівач 10 і нагрівається паром, що надходить із сепаратора 9. Далі воно послідовно проходить підігрівачі 7 і 3 третього та четвертого ступеня, де нагрівається паром, що надходить із сепаратора першого корпусу 6 і інжектора 5.





**Рис. 5.10. Схема трикорпусної вакуум-випарної установки із пластинковими калоризаторами й інжектором:**

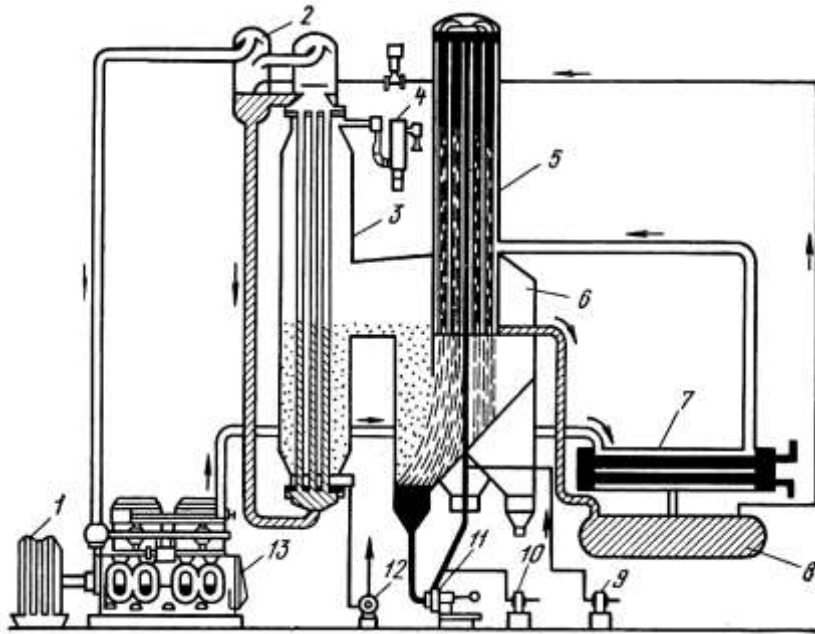
1 – балансувальний бак; 2, 16, 17, 18, 19 – насоси; 3 – підігрівач четвертого ступеня; 4 – калоризатор першого корпусу; 5 – інжектор; 6 – сепаратор першого корпусу; 7 – підігрівач третього ступеня; 8 – калоризатор другого корпусу; 9 – сепаратор другого корпусу; 10 – підігрівач другого ступеня; 11 – калоризатор третього корпусу; 12 – сепаратор третього корпусу; 13 – прилад для визначення сухих речовин; 14 – підігрівач першого ступеня; 15 – конденсатор

Молоко насосом 19 направляється в калоризатор 4, нагрівання у ньому здійснюється паром з інжектора 5. Кипляче молоко з калоризатора переходить у сепаратор 6. Вторинна пара надходить в інжектор 5, підігрівач 7 і калоризатор 8 другого корпусу. Підзгущене молоко насосом 18 перекачується в калоризатор 8, у якому продовжується згущення. Згущене молоко насосом 17 подається в калоризатор третього корпусу 11, вторинна пара направляється в підігрівач 10. Вторинна пара із сепаратора 12 надходить у підігрівач першого ступеня і конденсатор 25. Готове згущене молоко насосом 16 безупинно відсмоктується із сепаратора і нагнітається через прилад для визначення вмісту сухих речовин.

### **5.1.3. Установки з аміачним ogrіванням**

*Вакуум-випарна установка з аміачним ogrіванням (рис. 5.11.).* Продукт, що підлягає згущенню, попередньо нагрівається в пластинковому пастеризаторі до 72 °С. Насосом 9 він нагнітається в калоризатор 5, де по трубах опускається

вниз і переходить у сепаратор 6. Насосом 11 здійснюється циркуляція молока між сепаратором і калоризатором.



**Рис. 5.11. Схема вакуум-випарної установки з аміачним ogrіванням:**

1 – двигун компресора; 2 – пароаміачний відділювач; 3 – конденсатор; 4 – двоступенева ежекторна установка; 5 – калоризатор; 6 – сепаратор; 7 – ресивер для газоподібного аміаку; 8 – ресивер для рідкого аміаку; 9 – насос для подачі молока; 10 – насос для відведення згущеного молока; 11 – насос для циркуляції продукту; 12 – насос для відведення конденсату вторинної пари; 13 – аміачний компресор

Необхідну для пароутворення теплоту молоко приймає від гарячого газоподібного аміаку, що надходить у калоризатор з аміачного компресора 13. Попередньо газоподібний аміак температурою понад 100 °С проходить через спеціальний ресивер 7. У калоризаторі температура конденсації аміаку становить 42 °С, а температура кипіння молока – 29,5 °С.

Аміак, що сконденсувався, з міжтрубного простору калоризатора стікає в ресивер 8, звідки рідкий аміак надходить спочатку у відділювач 2, а потім у конденсатор 3. У трубах конденсатора утворюється вакуум, у результаті чого аміак закипає (21 °С) і стає газоподібним. Пари аміаку засмоктуються компресором 13, стискаються і знову нагнітаються в калоризатор. Компресор приводиться в дію двигуном 1. Для його охолодження використовується вода.

Холодна вода в сорочці нагрівається до 74 °С, потім її використовують у пластинковому пастеризаторі для попереднього нагрівання молока.

Повітря і газу, що несконденсувалися в конденсаторі, відводяться двоступеневою ежекторною установкою 4. В міру згущення молоко, коли перші порції його досягають необхідної концентрації, насосом 10 відкачується з установки. Частина готового продукту рециркулюється насосом 11.

Продуктивність установки за випареною вологою близько 2500 кг за годину. Споживана кількість води при цьому скорочується в 2–3 рази порівняно зі згущенням у вакуум-випарних установках, що працюють на паровому нагріванні. При використанні таких вакуум-випарних установок не потрібні потужні парові котли і конденсатори для водяної пари. Перевагами подібних установок є низькі температури кипіння, при яких можна зберегти не тільки білковий, але і вітамінно-ферментативний склад молока при його згущенні. Низька температура кипіння дозволяє згущувати молоко до дуже високої концентрації сухих речовин (80 %).

#### **5.1.4. Основні елементи і допоміжні пристрої вакуум-випарних установок**

До складу вакуум-випарних установок входять вакуум-апарати, конденсатори, вакуум-насоси, паро-струменеві апарати, а також допоміжні пристрої і комунікації. У багатьох вакуум-випарних установках до основних елементів відносяться також термокомпресори.

Вакуум-апарат складається з калоризатора (гріючої камери) і сепаратора (паровідділювача). Гріюча камера, може знаходитися на одному рівні із сепаратором, бути вище або нижче нього. Вакуум-апарати за розташуванням гріючої поверхні поділяють на вертикальні, горизонтальні і похилі. За формою поверхні нагрівання вони бувають із трубною, змієвиковою чи підвісною камерою з кільцевих елементів і у вигляді пластинкового теплообмінника. Залежно від розташування поверхні нагрівання може бути внутрішньою (вмонтованою) і виносною.

За кратністю циркуляції вакуум-апарати бувають прямоточні (продукт проходить через поверхню нагрівання одноразово) і з багаторазовою циркуляцією (продукт циркулює багато разів). За режимом циркуляції їх розділяють на апарати з примусовою циркуляцією (від насоса); з організованою природною циркуляцією, що характеризується наявністю циркуляційного контуру; з неорганізованою природною циркуляцією, тобто продукт в апараті переміщується, та плівкові. Вакуум-апарати оgridаються переважно водяною парою.

У молочній галузі застосовують вакуум-апарати, в яких гріюча поверхня, виконана у вигляді трубних, пластинкових і плівкових теплообмінників. У плівкових апаратах продукт стікає по гріючій поверхні у вигляді тонкої плівки. Тривалість згущення молока в таких апаратах 2–3 хв. Якість продукту в результаті підвищується, зменшується витрата води і гріючої пари, виключається можливість піноутворення та втрат продукту.

*Плівкові вакуум-апарати.* Плівкові вакуум-апарати бувають з висхідною плівкою, з падаючою плівкою і роторні. Перевага плівкових апаратів – короткочасний контакт продукту з поверхнею нагрівання, однократна подача його через нагріваючу камеру, високий коефіцієнт теплопередачі. До недоліків варто віднести значну висоту трубок (до 7–8 м), а в роторних – складність конструкції і високу вартість.

Плівковий апарат з висхідною плівкою (рис. 5.12. а) складається з гріючої камери, сепаратора з відбійником і бризковідділювача нижньої камери. Конструкція гріючої камери являє собою пучок труб (довжиною 5–8 м), кінці яких розвальцьовані в трубних ґратах.

Розчин через штуцер 9, встановлений у нижній камері, надходить у труби гріючої камери, де на висоті приблизно  $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{5}$  загальної довжини труби, закипає. Вторинна пара, що утворилася в цій зоні, піднімаючись нагору, поступово займає весь центральний простір і з великою швидкістю захоплює за собою розчин у вигляді тонкої плівки по периметру труби за рахунок поверхневого тертя. При русі вверх по трубах волога випарюється. Парорідинна

суміш, що утворилася, вдаряється об поверхню горизонтально розташованого увігнутого диска, з вигнутими лопатками, набуває обертового руху і відкидається до периферії. Вторинна пара, пройшовши бризковідділювач, виводиться з апарата через штуцер 3. Випарений продукт подається з нижньої частини сепаратора через штуцер 7. Таким чином, випаровування протікає в тонкому шарі при однократному проходженні розчину через труби гріючої камери протягом 60–90 с.

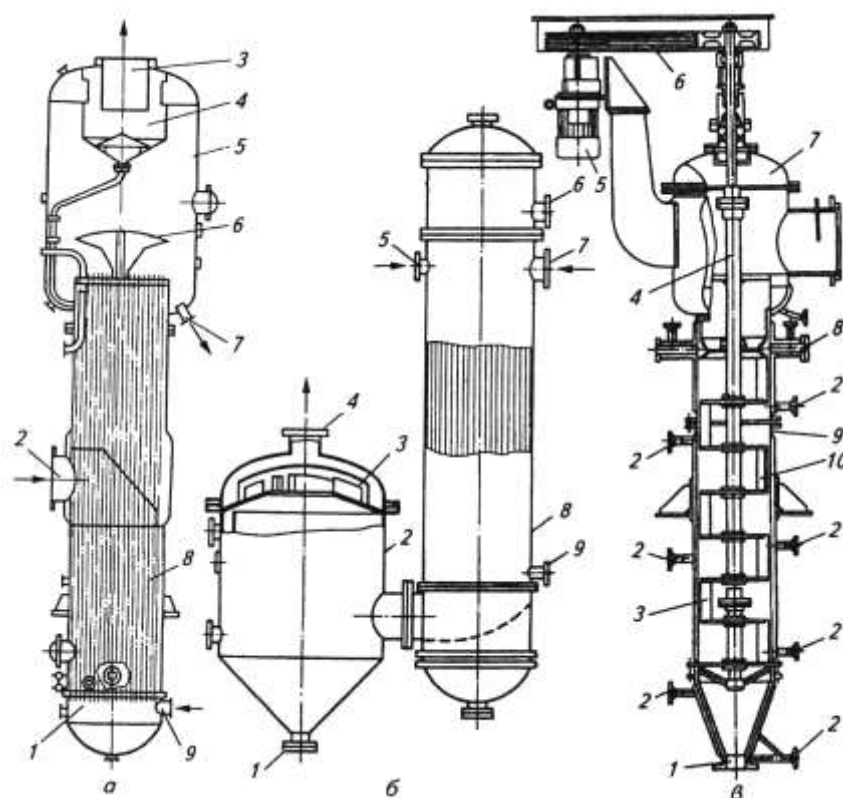


Рис. 5.12. Плівковий апарат:

**а** – із співвісною гріючою камерою:

1 – нижня камера; 2, 3, 7, 9 – штуцери; 4 – бризковловлювач; 5 – сепаратор; 6 – відбійник; 8 – гріюча камера;

**б** – з виносним кип'ятильником і падаючою плівкою:

1, 4, 5, 6, 7, 9 – штуцери; 2 – сепаратор; 3 – бризковловлювач; 8 – камера;

**в** – роторний:

1, 2, 8 – штуцери; 3 – рухомі лопасті; 4 – вертикальний вал; 5 – двигун; 6 – клиннопасова передача; 7 – сепаратор; 9 – корпус; 10 – гріюча сорочка

Гріюча камера апарата з виносним кип'ятильником і стікаючою плівкою (рис. 3.12. б) конструктивно аналогічна. Вихідний продукт через штуцер 7

подається насосом у верхню частину труб гріючої камери і стікає вниз, утворюючи на поверхні трубок тонку плівку. З нижньої частини гріючої камери парорідинна суміш надходить у сепаратор, розташований внизу. У ньому потік розділяється на вторинну пару, що через бризковідділювач виводиться через верхній штуцер 4, і згущений продукт, що виходить з апарата через нижній штуцер 1. Гріюча пара надходить у міжтрубний простір через штуцер 6. Конденсат гріючої пари випливає через штуцер 9. Апарат призначений для безперервної роботи.

Роторні апарати (рис. 5.12. в) виготовляють двох типів: *РП* – ротор з рухливими лопатками, *РТ* – ротор із твердим кріпленням лопаток. Апарат складається з вертикального циліндричного корпусу, оснащеного секційною гріючою сорочкою для теплоносія (вода, пара), і співвісно розташованого сепаратора. У середині корпусу розташовано ротор у вигляді вертикального вала з насадженими на нього лопатками. Ротор приводиться в дію електродвигуном через клиноремінну передачу і має кругову швидкість на кінці лопатки 3 м/с.

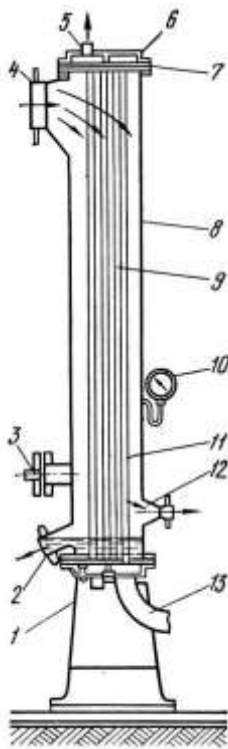
Вихідний продукт подається дозуючим насосом у верхню частину апарата через штуцер 8, звідки у вигляді тонкої плівки він стікає по внутрішній стінці циліндричного корпусу. При стіканні продукт захоплюється лопатками ротора і набуває обертового руху. Утворюється плівка, що відкидається відцентровою силою до внутрішньої поверхні апарата. Шарнірні лопатки при обертанні ротора притискаються до поверхні нагрівання і цим регулюють товщину стікаючої плівки. Тривалість контакту продукту з поверхнею нагрівання 5–25 с. Згущений продукт знімається лопатками і скидається на дно апарата. Продукт виходить через штуцер 1 і секторний затвор. Апарат призначений для безперервної роботи. Номінальна поверхня нагрівання 0,05–20 м<sup>2</sup>.

Оптимальну кількість вакуум-апаратів (корпусів) у вакуум-випарній установці визначають, виходячи з техніко-економічного обґрунтування і

технологічних вимог. У молочній галузі застосовують, вакуум-випарні установки, що мають не більш 2–3 корпусів.

Конденсатори вакуум-випарних установок є теплообмінними апаратами, в яких теплота вторинної пари віддається холодильному агенту, що приводить до їх конденсації. У вакуум-випарних установках застосовують поверхневі конденсатори і конденсатори змішування.

Будова поверхневого конденсатора приведена на рис. 5.13. Пара надходить у конденсатор через патрубок 4. Рухаючись в міжтрубному просторі, пара стикається з холодною поверхнею, у результаті чого конденсується. Конденсат по поверхні труб 11 стікає вниз, звідки його відкачують насосом через патрубок 2. Якщо у парі міститься повітря, то він усувається з конденсатора через патрубок 12.



**Рис. 5.13. Поверхневий конденсатор:**

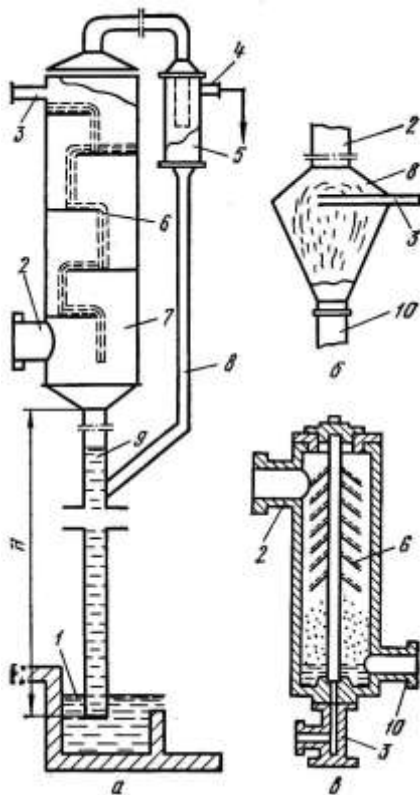
1 – станина; 2 – патрубок для відведення конденсату; 3 – патрубок для входу суміші повітря і конденсату із калоризатора; 4 – патрубок для входу суміші вторинної пари і повітря із сепаратора; 5 – патрубок для виходу охолоджуючої води; 6 – кришка; 7, 9 – перегородки; 8 – корпус; 10 – вакуумметр

Перевагами поверхневих конденсаторів є чистота конденсату, який можна використовувати для технічних потреб, і мала витрата енергії на відведення конденсату та повітря, а недоліком - великі габаритні розміри.

Конденсатори змішування (рис. 5.14.) поділяють на протитічні і прямотічні. Протитічний конденсатор барометричного типу (рис. 5.14. а) працює наступним

чином. Вторинна пара через патрубок 2 надходить у корпус 7 конденсатора, де змішується з холодною водою, що стікає з однієї полиці 6 на іншу, а пара при русі вгору змішується зі струмками води. Суміш конденсату й холодної води попадає в барометричну трубу. При цьому рівень водяного стовпа залежить від розрідження в системі. Конденсат і холодна вода в результаті різниці між

тисками в барометричній трубі і навколишньому середовищі протікає в басейн 1. У протитічних конденсаторах барометричного типу повітря з камери змішування відсмоктується спеціальними пристроями (сухоповітряний насос, ежектори і т.д.). Насос для відведення суміші води і конденсату не потрібно. Конденсатори цього типу мають великі габаритні розміри, їхня висота 12 м.



**Рис. 5.14. Конденсатори змішування:**

а – протитічний барометричного типу; б – прямоочний із трубним розбризкувачем; в – прямоочний з полицками; 1 – басейн; 2 – патрубок для входу вторинної пари; 3 – патрубок для входу води; 4 – повітропровід; 5 – вловлювач; 6 – полицки; 7 – корпус конденсатора; 8 – зворотня труба; 9 – барометрична труба; 10 – патрубок для виходу суміші води і конденсату

У прямоочних конденсаторах (рис. 5.14. в) вода надходить у конденсаційну камеру, попередньо пройшовши через розбризкувачі. При зіткненні пари з великою поверхнею водяних крапель забезпечується інтенсивна конденсація. Утворена в процесі конденсації суміш конденсату й холодної води стікає вниз, до вихідного патрубку 10, далі вона відсмоктується насосом.

Для конденсаторів змішування кінцева температура конденсату дорівнює кінцевій температурі води.

Поршневі вакуум-насоси і пароструменеві апарати застосовують для відсмоктування пари з вакуум-апарата, повітря і суміші конденсату з водою – з конденсаторів змішування, повітря – з поверхневих конденсаторів і конденсаторів барометричного типу.

Поршневі вакуум-насоси поділяють на мокро- і сухоповітряні. Мокроповітряні насоси відсмоктують одночасно воду і повітря. У молочній промисловості застосовують мокроповітряні насоси з конденсаційною



камерою. У цій камері, розташованій між циліндром і корпусом, вторинні пари конденсуються так само, як і в конденсаторах змішування. Вода надходить по трубі і розприскується спеціальним пристроєм.

Сухоповітряний насос (рис. 5.15.) призначений для всмоктування повітря при вакуумі і нагнітання його при атмосферному тиску. При русі поршня 2 справа і вліво повітря з конденсатора засмоктується в праву порожнину циліндра, а з лівої порожнини циліндра повітря витісняється в атмосферу. Насос подвійної дії, тобто нагнітання і всмоктування відбуваються при прямому і зворотному ходах поршня.

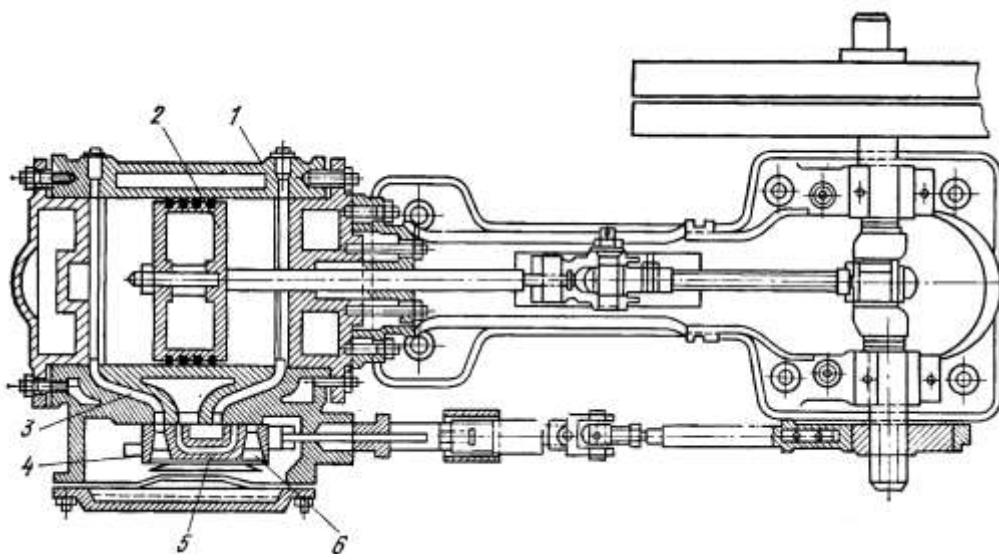


Рис. 5.15. Схема одноступеневого сухоповітряного насоса подвійної

дії:

1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – з'єднувальний канал; 4, 6 – всмоктуючий і нагнітаючий клапани; 5 – золотниковий пристрій

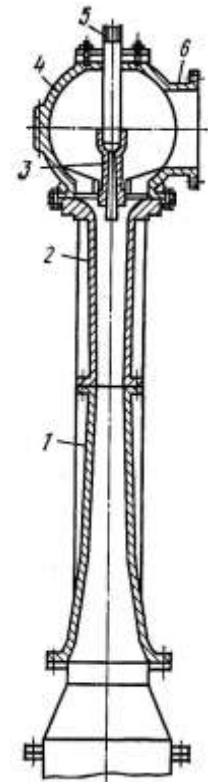
При положеннях поршня в правій чи лівій стороні циліндра утворюються так звані «мертві простори» з частково стиснутим повітрям (тиск дорівнює атмосферному), що при зворотному ході поршня розширюється до тиску всмоктування. Це зменшує об'ємний коефіцієнт корисної дії насоса. Для збільшення його до 0,9–0,93 насос оснащують золотниковим пристроєм, яким мертвий простір з'єднується з протилежною стороною циліндра, і повітря з мертвого простору переходить у порожнину, де усмоктування завершено.

У вакуум-випарних установках пароструменеві апарати виконують подвійну функцію. Їх використовують як термокомпресори і як вакуум-насоси. У першому випадку їх називають інжекторами, а в другому – ежекторами. Істотних розбіжностей у будові і принципі дії вони не мають, інжектор призначений для нагнітання, а ежектор – для відсмоктування.

Будову і принцип дії інжектора можна розглянути на рис. 3.16. Гостра пара в соплі 3 адіабатично розширюється. З сопла пара виходить зі швидкістю, що перевищує швидкість звуку. Струмінь пари, що рухається з такою швидкістю, характеризується великим поверхневим тертям, тому вона захоплює за собою вторинну пару або повітря, що зумовлює всмоктування вторинної пари в камеру 4.

Рис. 5.16. Інжектор:

1 – дифузор (камера стискування); 2 – камера змішування; 3 – сопло; 4 – камера всмоктування; 5 – патрубок для подачі гострої пари; 6 – патрубок для подачі вторинної пари



У камері змішування 2 гостра пара перемішується з вторинною. Швидкість руху різко знижується, і суміш надходить у дифузор 1 (камеру стиску), де тиск суміші підвищується. Стиснута суміш направляється в нагнітаючий трубопровід.

У вакуум-випарних установках, застосовуваних у молочній промисловості, широко використовують одно- і двоступеневі ежектори. Пристрій і принцип дії одноступеневих ежекторів аналогічний інжектору. Двоступеневі ежектори бувають двох типів – без проміжного конденсатора і з ним (рис. 5.17.).

Ежектор без проміжного конденсатора (рис. 5.17. а) працює в такий спосіб. Повітря, що відсмоктується з конденсатора, захоплюється гострою парою, що виходить із сопла 2, і разом з ним поступає у дифузор 4, з якого

стиснута суміш надходить у камеру всмоктування I ступеня, ежектора другого ступеня. Суміш захоплюється гострою парою і разом з нею направляєтся в дифузор другого ежектора, звідки поступає в теплообмінник або атмосферу.

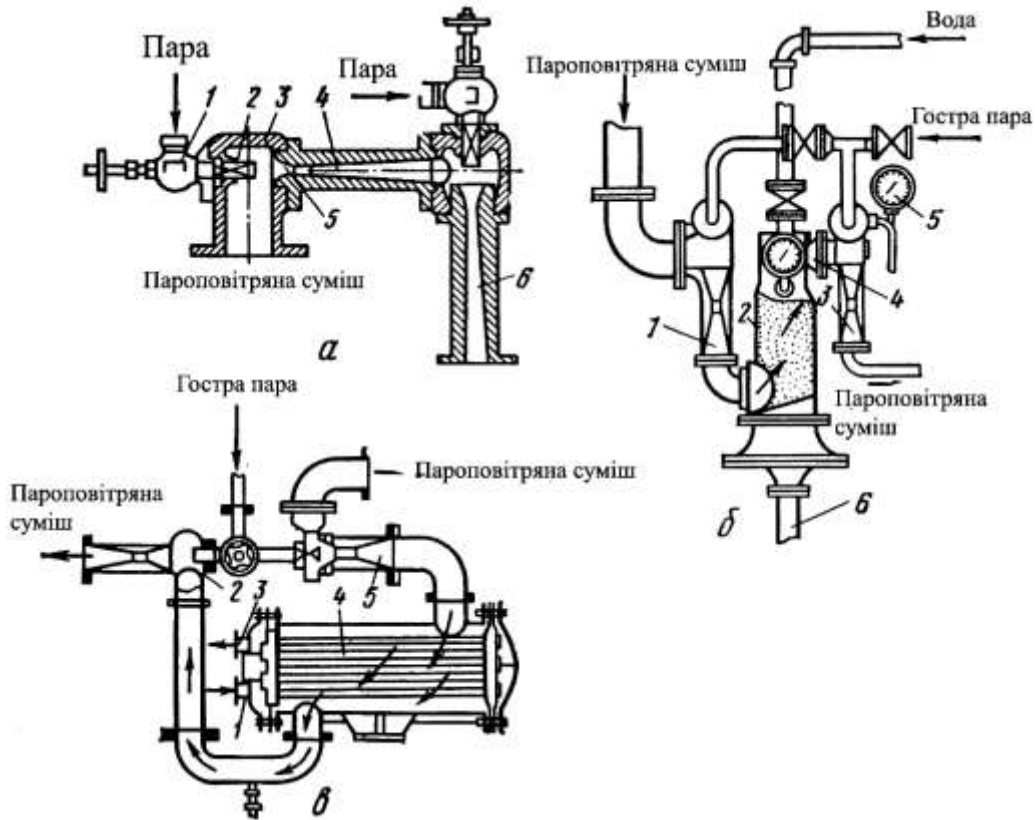


Рис. 5.17. Двоступеневі ежектори:

**а** – без проміжного конденсатора:

1 – паровий вентиль; 2 – сопло; 3 – камера всмоктування; 4 – дифузор (камера стискування); 5 – ежектор першого ступеня; 6 – ежектор другого ступеня;

**б** – із проміжним конденсатором змішування:

1 – ежектор першого ступеня; 2 – конденсатор змішування; 3 – ежектор другого ступеня; 4 – вакуумметр 5 – манометр; 6 – випускна труба;

**в** – з проміжним поверхневим конденсатором:

1 – патрубок для входу води; 2 – ежектор другого ступеня; 3 – патрубок для виходу води; 4 – поверхневий конденсатор; 5 – ежектор першого ступеня

Робота двоступеневих ежекторів із проміжними конденсаторами (рис. 5.17. б, в) відрізняється від раніше розглянутої тим, що пароповітряна суміш ежектора першого ступеня передається в проміжний конденсатор, де пара конденсується, а повітря відсмоктується ежектором другого ступеня.

До допоміжних пристроїв відносять бризковловлювачі (пастки), пробовідбирачі і конденсатовідвідники. Бризковловлювачі (пастки) встановлюють, для запобігання віднесення часточок продукту з вторинними парами. Робота бризковловлювачів ґрунтується на багатоступеневій зміні напрямку руху. При цьому крапельки продукту, як більш важкі, осідають на поверхнях і через спеціальний патрубок попадають в апарат. Пастки повинні бути доступними для миття. Пробовідбирачі призначені для відбору проб, щоб визначити готовність продукту, що згущується. Конденсатовідвідники призначені для відведення конденсату з калоризаторів, у яких може бути знижений чи підвищений тиск, порівняно з атмосферним. Конденсатовідвідники, застосовувані у вакуум-випарних установках, можна поділити на три основних типи: з циліндричним і кулястим поплавком, а також підпірні шайби.

Принцип роботи конденсатовідвідника з циліндричним поплавком (рис. 5.18. а) полягає в наступному. Патрубок 2 стикується з трубопроводом, з'єднаним з верхньою частиною калоризатора. Це забезпечує створення в конденсатовідвіднику такого ж тиску, як і в міжтрубному просторі калоризатора. Патрубок з'єднується з нижньою частиною калоризатора. Конденсат, самопливом наповнюючи конденсатовідвідник, піднімає поплавок 6. Під дією стовпа рідини клапан 8 закривається. Поплавок, піднімаючись до визначеного рівня, важелем 3, шарнірно з'єднаним з ним, закриває клапан на патрубку 2, що з'єднує конденсатовідвідник з міжтрубним простором калоризатора. Одночасно відкривається клапан на патрубку 5 для запуску гострої пари. Гостра пара виштовхує конденсат через клапан 8. Клапан для впуску в цей час закритий. Поплавок, опустившись, важелем перекидає клапан гострої пари і відкриває клапан на вході вторинної пари. Цикл роботи повторюється. Плавучість поплавця залежно від необхідних умов роботи регулюють додаванням або зменшенням піску, для чого на поплавці міститься спеціальний корок.

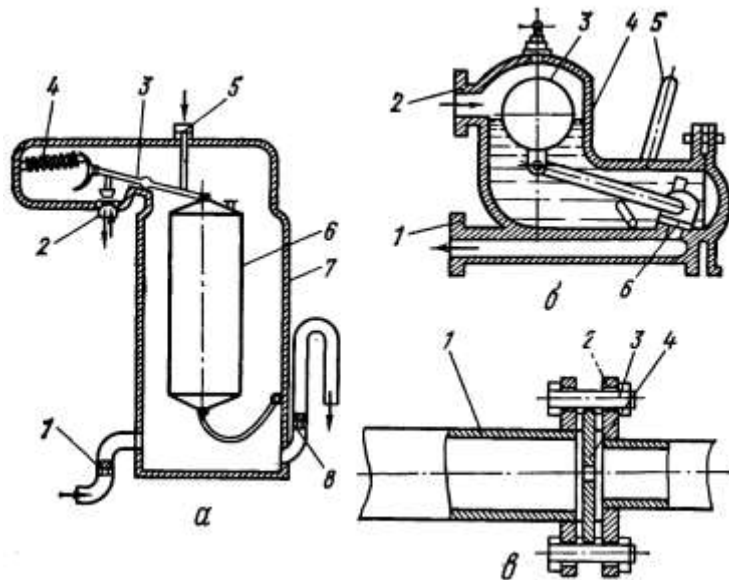


Рис. 5.18. Конденсатовідвідники:

**а** – з циліндричним поплавком:

1 – патрубок із клапаном входу конденсату; 2 – патрубок із клапаном для з'єднання з паровим простором калоризатора; 3 – важіль; 4 – пружина; 5 – патрубок із клапаном для запуску гострої пари; 6 – поплавок; 7 – корпус 8 – клапан для відведення конденсату;

**б** – з кульовим поплавком:

1 – патрубок для виходу конденсату; 2 – патрубок входу конденсату; 3 – поплавок; 4 – корпус; 5 – важіль для піднімання поплавку; 6 – клапан для відведення конденсату;

**в** – підпірна (дросельна) шайба;

1 – труба; 2 – фланці; 3 – з'єднувальні болти 4 – шайба

Цей конденсатовідвідник встановлюють в установках, в яких тиск гріючої пари менший від атмосферного. На рис 5.18.б приведена схема конденсатовідвідника з кульовим поплавком, використовуваним для відведення конденсату з калоризаторів, що працюють при надлишковому тиску гріючої пари. Конденсат попадає в конденсатовідвідник через патрубок 2. В міру наповнення конденсатовідвідника поплавок 3, піднімаючись, відкриває клапан б, через який конденсат виходить назовні. В процесі роботи встановлюється рівновага і конденсат випливає з конденсатовідвідника безупинно.

Для нормальної роботи конденсатовідвідників з кульовим поплавцем необхідно систематично важелем 5 піднімати поплавок на величину максимального відкриття клапана. Цим досягається очищення конденсатовідвідника і клапана б.

Робота підпірної шайби (рис. 5.18. в) полягає в тому, що при визначеній різниці тисків через її отвір може пройти в 35–45 разів більше конденсату, ніж пари. Підпирна шайба являє собою сталевий диск товщиною 5–6 мм з отвором у центрі.

### **3.1.5. Устаткування для приготування цукрового сиропу**

На молококонсервних заводах для приготування цукрового сиропу створюють сироповарні станції періодичної і безперервної дії (рис. 5.19.).

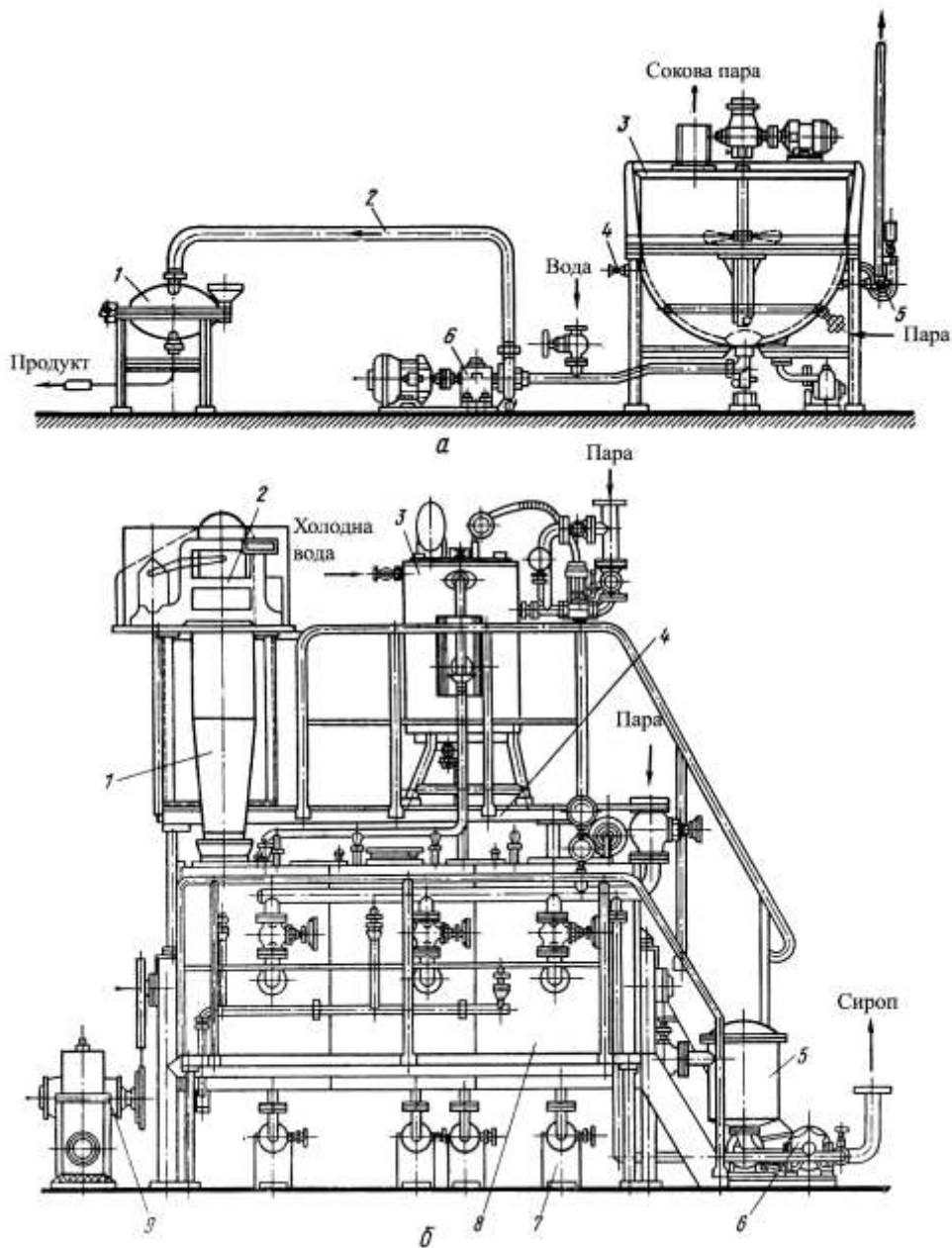
До складу станції періодичної дії (рис. 5.19. а) входять сироповарний котел 3, насос 6, фільтр 1 і трубопровід 2 для молока. Приготовлений у котлі 3, сироп насосом 6 подається на фільтр 1, а потім поступає у вакуум-випарну установку.

На станції безперервної дії (рис. 5.19. б) продуктивністю 2000 кг/год., для дозування цукру встановлені автоматичні ваги. Перш ніж надійти в розчинник 8, цукровий пісок проходить через просіювач 1. Воду дозують і підігривають у підігривачі-дозаторі. В якості нагрівного агента в сироповарних станціях використовують гостру пару.

### **5.1.6. Кристалізатори-охолоджувачі**

Кристалізатори підрозділяють на періодичної і безперервної дії.

*Кристалізатори періодичної дії.* Ці кристалізатори бувають атмосферні і вакуумні. Атмосферні кристалізатори відносяться до застарілих, тому вони не описані. Вакуум-кристалізатори поділяють на вакуум-кристалізатори, у яких продукт охолоджується в результаті самовипаровування, і вакуум-кристалізатори з комбінованим охолодженням, у яких продукт охолоджується самовипаровуванням і холодильним агентом.



**Рис. 5.19. Сиропварна станція:**

**а** – періодичної дії:

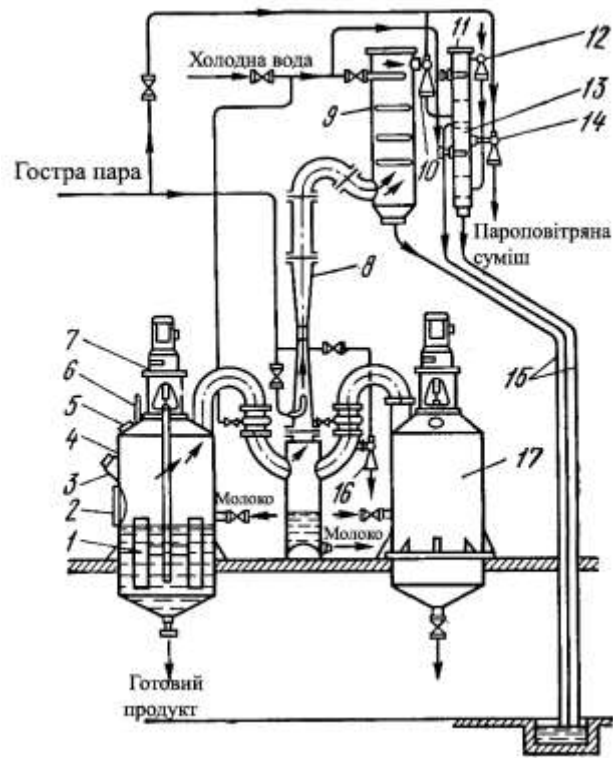
1 – фільтр; 2 – трубопровід для молока; 3 – сиропварний котел; 4 – повітряний кран; 5 – запобіжний клапан; 6 – насос;

**б** – безперервної дії:

1 – просіювач для цукрового піску; 2 – автоматичні ваги; 3 – підігрівач-дозатор для води; 4 – майданчик; 5 – проміжний бачок; 6 – насос для сиропу; 7 – конденсатіввідвідник; 8 – розчинник; 9 – електродвигун розчинника

Найбільш поширені вакуум-кристалізатори, що працюють за принципом самовипаровування (рис. 5.20.). Молоко з вакуум-апарата надходить у приймачі випаровувачів 4 і 17. Системою ежекторів і двома конденсаторами змішування

в приймачі створюється глибокий вакуум, внаслідок чого продукт кипить. У результаті виділення тепла при паротворенні знижується температура згущеного молока і воно охолоджується.



**Рис. 5.20. Вакуум-кристалізатор, що працює за принципом самовипаровування:**

1 – помішувач; 2 – люк; 3 – оглядове вікно; 4, 17 – приймачі випарників; 5 – освітлювальний ліхтар; 6 – термометр; 7 – редуктор; 8 – ежектор першого ступеня; 9 – конденсатор першого ступеня; 10 – ежектор другого ступеня; 11 – конденсатор другого ступеня; 12 – ежектор третього ступеня; 13 – конденсатор третього ступеня; 14 – ежектор четвертого ступеня; 15 – барометричні труби; 16 – пусковий ежектор

Для рівномірності охолодження і кристалізації в приймачах обертаються помішувачі. У вакуум-кристалізаторах можна встановлювати поверхневі конденсатори замість конденсаторів змішування.

В результаті розрідження, створеного в кристалізаторі з комбінованим охолодженням (рис. 5.21.), згущений продукт із вакуум-апарата надходить самопливом. В апараті, заповненому продуктом, у результаті включення ежекторів 24, 22 і 19 тиск ще знижується, що викликає додаткове охолодження продукту. Інтенсивність охолодження збільшується в результаті роботи



помішувача, в труби 18 якої подається холодна вода, попередньо охолоджувана в трубному охолоджувачі 25. При охолодженні згущеного молока відбувається кристалізація цукру. Кристалізатор оснащений контрольно-вимірювальними приладами.

Первинний вакуум, необхідний для завантаження продукту, повинен досягати  $(8,5-8,6) \cdot 10^4$  Па, тривалість завантаження 10–15 хв., а охолодження продукту до температури посиленої кристалізації не повинна перевищувати 45–50 хв. Продукт витримують при 30–32 °С протягом 45 хв. Повторне охолодження до температури 27,5 °С продовжується 10–15 хв., витримка – 45 хв. До кінцевої температури (20–21 °С) продукт остаточно проохолоджується за 20 хв.

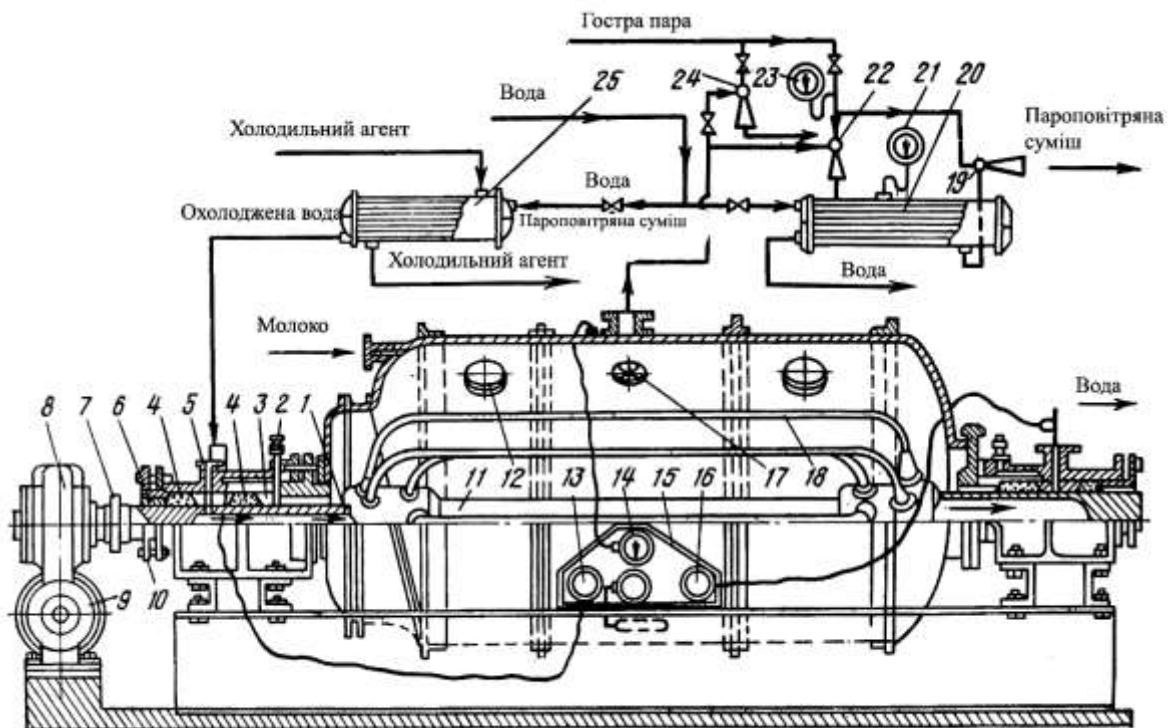
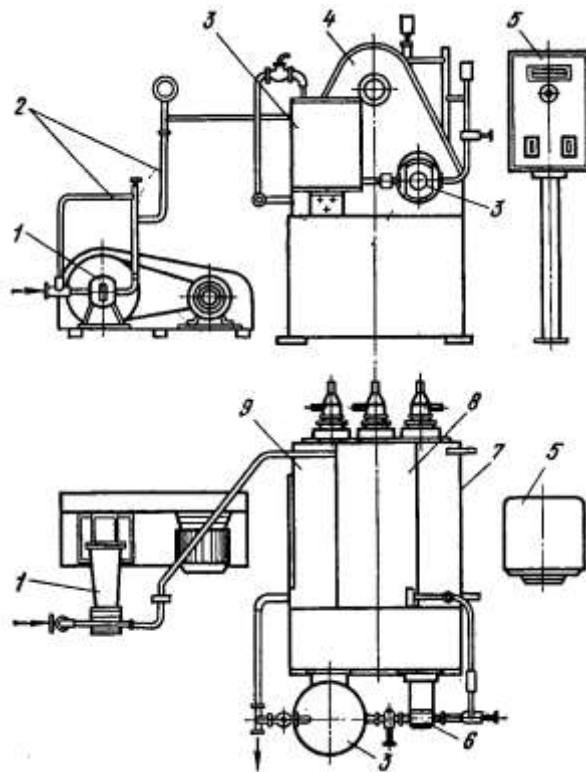


Рис. 5.21. Горизонтальний вакуум-кристалізатор

**із комбінованим охолодженням:**

1 – масляні кільця; 2 – масничка; 3 – підшипник; 4 – сальникова набивка; 5 – патрубок для входу води; 6 – втулка сальника; 7 – муфта; 8 – редуктор; 9 – електродвигун; 10 – кришка сальника; 11 – вал помішувача; 12 – люк; 13, 16 – дистанційні термометри; 14, 21 – вакуумметри; 15 – термограф; 17 – оглядове скло; 18 – труби помішувача; 19 – ежектор другого ступеня; 20 – поверхневий конденсатор; 22 – ежектор першого ступеня; 23 – манометр; 24 – пусковий ежектор; 25 – трубний охолоджувач для води

Кристалізатори безперервної дії. Кристалізатори безперервної дії бувають гвинтові, трубні і циліндричні. Вся установка гвинтового кристалізатора складається з корпусу кристалізатора 4, насоса 1 для подачі згущеного молока в кристалізатор, насоса 6 для подачі затравки (невеликої кількості кристалізованого продукту), комунікації 2, бака 3 і пульта керування 5 із приладами контролю температури і керування електродвигунами. Процес кристалізації здійснюється в циліндрах 7, 8, 9 (рис. 5.22.).



**Рис. 5.22. Гвинтовий кристалізатор:**

1 – насос для згущеного молока; 2 – комунікації; 3 – бак для запалу; 4 – корпус кристалізатора; 5 – пульт керування; 6 – насос для затравки; 7 – другий циліндр; 8 – перший циліндр; 9 – третій циліндр

По сорочці циліндрів проходить холодильний агент. Сорочка закрита теплоізоляцією. В циліндрі розташований обертовий витискуючий барабан із гвинтовою навивкою. Попереду циліндр закритий кришкою, позаду прикріплений до панелі. Всередині витискуючого барабану міститься сорочка,

по якій проходить холодильний агент, що охолоджує зовнішню поверхню барабана.

Напрямок гвинтової нарізки – протилежний напрямку руху продукту. Зазор між витискувальним барабаном і циліндром 1,5 мм.

В кришки циліндрів вмонтовано шарикопідшипники і ущільнюючі пристрої барабану та центральної труби для входу холодильного агента в барабан і виходу з нього. Витісняючий барабан з однієї сторони надягнений на привідний вал і з'єднаний з ним ведучим штифтом, а з іншої – спирається через втулку на підшипник.

Привідний вал барабану обертається в шарикопідшипниках, змонтованих у корпусах. На ведучому валі закріплена зірочка. Обертання витискувальним барабаном передається від електродвигуна через пасову передачу на контрпривід, а від нього через ланцюгову передачу – на проміжний вал і через ланцюгові передачі – на привідні вали витісняючих барабанів.

Для контролю за температурою згущеного молока, охолоджуючої води і розсолу встановлені термометри опору, зв'язані з приладами на щиті керування. Для контролю за тиском застосовують мембранні манометри.

Для подачі продукту використовують шестерний насос. Затравка подається з бака, закріпленого на кронштейні станини, додатковим шестерним насосом. Привід його здійснюється від загального привода кристалізатора.

Продукт проходить послідовно три циліндри в тонкому шарі між витискувальним барабаном і циліндром, перемішується гвинтовою навивкою і охолоджується в першому циліндрі до температури 32–30 °С і в третьому – до 16–18 °С. В другому циліндрі продукт не охолоджується, у ньому згущене молоко витримується при температурі масової кристалізації. Усі деталі і вузли кристалізатора виготовлені з нержавіючої сталі, що дозволяє проводити безрозбірне миття кристалізатора.

Трубний кристалізатор являє собою батарею труб довжиною в кілька десятків метрів. Згущене молоко нагнітається в нього насосом високого тиску ( $55 \cdot 10^4$  Па). Рухається воно протитоком відносно води. Затравку у згущене

молоко вносять тільки при запуску, потім охолоджувач сам забезпечується затравочним матеріалом. Ним служить шар продукту, який утворився в трубах, що містить кристалічний молочний цукор. Згущене молоко повинне бути охолоджене до 32 °С в трубному охолоджувачі. Потім його перекачують у резервуар з помішувачем. Після витримки згущеного молока в резервуарі його пропускають через наступну батарею труб.

Більш досконалим апаратом для безперервного охолодження і кристалізації згущеного молока з цукром є апарат "Рота-Про" (США), що поставляється в комплекті з трубним охолоджувачем. В ньому згущене молоко з цукром охолоджується від 49 до 32,2 °С і пропускається через апарат «Рота-Про», де охолоджується приблизно до 17,2 °С.

Апарат «Рота-Про» являє собою герметичний теплообмінний апарат для охолодження рідких і напіврідких продуктів високої в'язкості. Апарат складається з циліндра із сорочкою, що є випаровувачем рідкого аміаку. У циліндрі обертається стрижень з нержавіючої сталі. Між поверхнею стрижня і внутрішньою стінкою циліндра утворюється дуже вузький внутрішній простір, через який пропускають згущене молоко.

Тут воно швидко охолоджується. У результаті сильної механічної дії і під впливом великого температурного перепаду в апараті «Рота-Про» відбувається миттєва кристалізація молочного цукру в згущеному молоці.

## **5.2. Обладнання для сушіння**

Розпилювальні установки для сушіння можна класифікувати за способом розпилювання, очищення і подання повітря, а також за розташуванням сушильної вежі й розчинності готового продукту.

За *способом розпилювання* їх поділяють на дискові і форсункові. У дискових установках продукт розпилюється під дією відцентрової сили дисками, а у форсункових розпилюється, вилітаючи з великою швидкістю з форсунок.

*За способом очищення повітря, що виходить із сушильної вежі, виділяють установки з тканинними рукавними фільтрами, установки для сушіння з циклонним очищенням повітря й установки для сушіння з мокрим очищенням повітря.*

*За способом подання повітря в сушильну вежу і скерування руху в ній розрізняють установки для сушіння протитічні, змішані й комбінованого типу. У протитічних установках повітря і висушуваний продукт рухаються протилежно один до іншого, у прямотічних повітря і продукт рухаються в одну сторону, в установках змішаного типу повітря подається в сушильну установку із декількох місць, а в комбінованих установках суміщаються різні технологічні процеси (зневоднення, агломерація, охолодження, кристалізація і т.д.).*

*За розташуванням сушильної вежі установки для сушіння поділяють на вертикальні й горизонтальні.*

*За способом усунення сухого продукту із сушильної вежі розрізняють установки зі скребковим механізмом, з пневматичним прибиральником, установки зі стрічковими, шнековими або вібраційними транспортерами, а також із гравітаційним механізмом усунення продукту.*

*За розчиненням готового продукту розрізняють установки для отримання сухого продукту звичайної розчинності й установки для отримання швидко розчинного сухого молока.*

*Існують ще розпилювальні установки для сушіння спіненого продукту, акустичні й низькотемпературні.*

### **5.2.1. Сушарки розпилювального типу**

Сухі продукти, отримані на розпилювальних сушильних установках, володіють доброю розчинністю (99,9 %). Тому ці установки широко застосовують для сушіння незбираного молока, вершків, морозива, сколотин, знежиреного молока, сироватки, продуктів дитячого харчування, а також для виробництва сухого масла.

Установка А1-ОРЗ (рис. 5.23.). Згущений у вакуум-випарній установці продукт з концентрацією сухих речовин 43–48 % подається через фільтр 1 у ванну, де може перемішуватися, охолоджуватися або підігріватися. Потім насосом-дозатором гвинтового типу продукт перекачується на відцентровий розпилювач, встановлений у сушильній камері. За допомогою швидкообертового диска концентрат розпилюється (диспергується) в об'ємі сушильної камери на дрібні частинки діаметром 10–100 мкм, утворюючи факел.

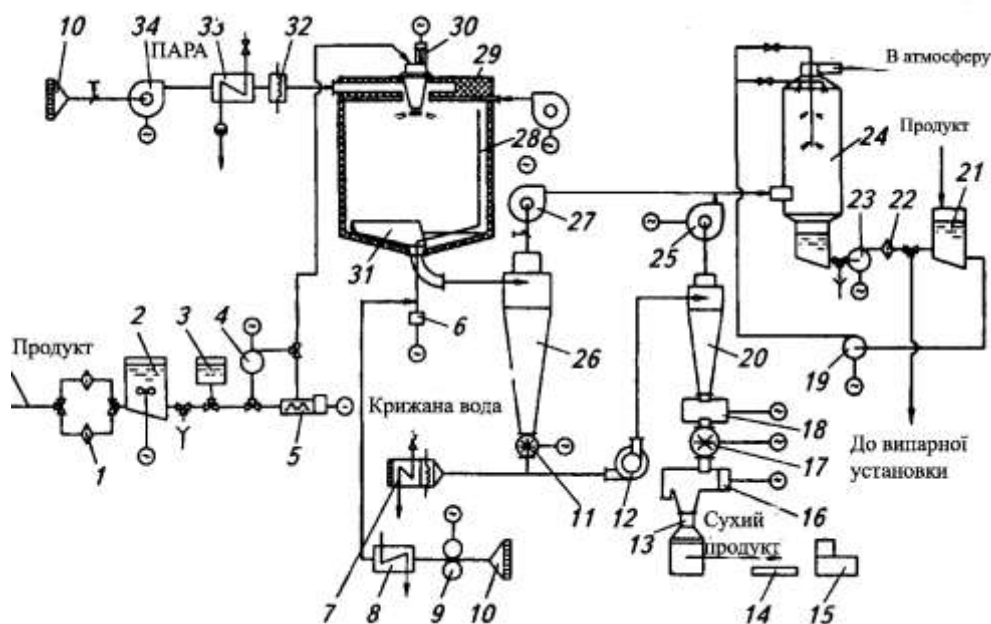


Рис. 5.23. Схема розпилювальної сушильної установки А1-ОРЗ:

1, 22 – фільтри; 2 – ванна з продуктом; 3 – бачок для води; 4 – насос для миття; 5 – насос-дозатор; 6 – привід пневмоочищення; 7 – охолоджувач повітря; 8 – теплообмінник; 9 – газодувка; 10 – повітряний фільтр; 11 – шлюзовий засув; 12 – пневмоохолоджувач; 13 – тримач-мішконоповнювач; 14 – платформова вага; 15 – зашивальна машина; 16 – просіювач; 17 – роторний засув; 18 – уловлювач; 19, 23 – циркуляційні насоси; 20, 26 – розвантажувальні циклони; 21 – ємність; 24 – установка скруббера; 25, 27, 34 – вентилятори; 28 – пневмомітла; 29 – сушильна камера; 30 – відцентровий розпилювач; 31 – пневмокороб; 32 – паровий калорифер; 33 – електричний калорифер

Повітря із приміщення очищується у повітряному фільтрі 10 і подається вентилятором 34 у паровий електричний калорифер і далі у пристрій розподілу повітря сушильної камери. В результаті взаємодії з потоком нагрітого повітря краплі розпиленого продукту у сушильній камері зневоднюються і

утворюються тверді сухі частинки. Висушений продукт разом із відпрацьованим повітрям по повітряному проводі поступає у розвантажувальний циклон 26, де проходить їх розділення. Очищене від порошку повітря скеровується відсмоктуючим вентилятором 27 на тонку очистку у скруббер, а сухий порошок через роторний шлюзовий отвір поступає у систему охолодження і вивантаження.

У режимі пневмотранспортування порошок охолоджується до заданої температури холодним повітрям. Для більш глибокого охолодження продукту служить пневмоохолоджувач вихрового типу. Повітря охолоджується і частково висушується в охолоджувачі повітря, попередньо очищеним у вмонтованих коміркових фільтрах. Порошок відділяється від охолоджуючого повітря у розвантажувальному циклоні 20 і поступає через вловлювач та роторний затвор у просіювач. Очищене повітря подається вентилятором пневмотранспортера 25 на тонке очищення в скруббер. У просіювачі порошок розділяється на кондиційну і некондиційну частини. Кондиційний порошок поступає у паперовий крафт-мішок з поліетиленовою вкладкою, який встановлений на спеціальному тримачі-мішконаповнювачі. Мішки з порошком зважують на платформовій вазі і зашивають на зашивній машині.

Порошок, який осів на стінки і дно сушильної камери, усувається за допомогою системи пневмоочищення – пневмомітли і пневмокорува, які обертаються по осі сушильної камери. Стиснене повітря на пневмомітлу подається від газодувки, яка укомплектована фільтром і теплообмінником. Тонка очистка і рекуперація тепла відпрацьованого повітря проходять в установці, яка складається із ємності, фільтра 22, циркуляційних відцентрових насосів і скруббера. Зрошення скруббера проводиться вихідним продуктом перед подачею його на вакуум-випаровування.

Установка А1-ОРЗ може працювати у двох режимах: дистанційному і автоматичному. Параметром регулювання є температура повітря на виході із сушильної камери. Ця температура, яка визначає вологість сухого продукту, підтримується регулюванням подачі на розпилювач вихідного продукту.

Установка має автоматичну систему пожежогашіння. При різкому підвищенні температури повітря на виході із сушильної камери до граничного значення відкривається електромагнітний клапан подачі в камеру холодної води через душові насадки. Для миття трубопроводів вихідного продукту передбачений насос для миття. Бачок для води використовується при зупинці і запуску установки. Керування установкою здійснюється централізовано із пульта контролю і керування.

Сушильна розпилювальна установка А1-ОР2Ч має аналогічне призначення (рис. 5.24.). Все обладнання встановлено на підлозі цеху і металокаркасних конструкціях. На підлозі цеху розташовуються сушарка для розпилення, система подання продукту, миття, відсмоктування відпрацьованого повітря, охолодження і пневмотранспортування продукту. Майданчики з'єднані між собою і з кришкою розпилювальної сушарки перехідними драбинами.

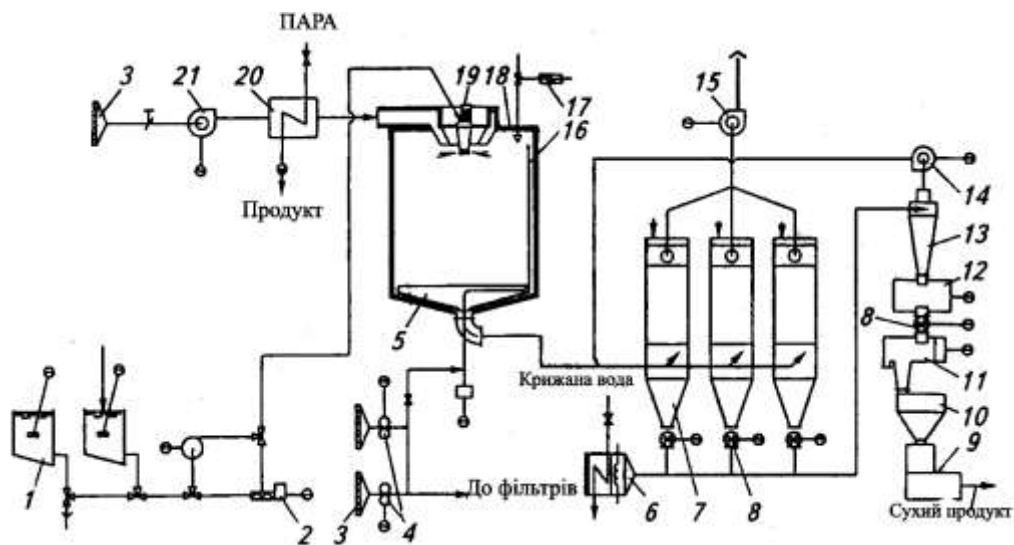


Рис. 5.24. Схема сушильної установки А1-ОР2Ч:

1 – ванна; 2 – насос-дозатор; 3, 7 – фільтри; 4 – газодувки; 5 – пневмокороб; 6 – охолоджувач; 8 – роторні заслони; 9 – дозувально-пакувальний агрегат; 10 – бункер; 11 – просіювач; 12 – вловлювач; 13 – циклон; 14, 15, 21 – вентилятори; 17 – електромагнітний клапан; 18 – сушильна камера; 19 – дисковий розпилювач; 20 – паровий калорифер

Розпилювальна сушарка складається із циліндричної сушильної камери з дверима, кришкою і дном, пневмоприбача, пневмомітли, відведення з



привідним механізмом, огороження і опорних стійок. Кришка сушильної камери складається із трьох частин: двох частин із вибуховими клапанами і центральної частини, виконаної як єдине ціле з розподільвачем повітря. В центрі розподільвача повітря знаходиться опорний фланець для встановлення розпилювача.

Циліндрична частина сушильної камери зібрана із шести секцій, одна з яких має двері. Дно сушильної камери, яке складається із двох напівконічних секторів (кут на вершині конуса  $160^\circ$ ), має центральний отвір із фланцем для закріплення відведення. Всі частини сушильної камери зашиті із середини листовою корозійно-стійкою сталлю, а ззовні – алюмінієвим сплавом, кришка камери – листовою рифленою сталлю. Внутрішній простір каркасу заповнений теплоізоляцією із мінерального матеріалу. Елементи розпилювальної сушарки збирають на місці монтажу за допомогою болтових з'єднань з наступним проварюванням і зачищенням внутрішньої обшивки.

Відцентровий розпилювач складається із корпусу з вертикальним шпинделем, який встановлений на підшипникових опорах, кожуха з фланцем, двошвидкісного фланцевого електродвигуна потужністю 14 кВт, плоскопасової підвищуючої передачі і насосної установки із системою зв'язки. Частота обертання шпинделя з диском на робочому режимі  $1200 \text{ хв}^{-1}$ , діаметр диска 270 мм.

Пневмоприбиральник служить для усунення порошку і складається із двох коробів трикутного перерізу з відкритою нижньою основою, які опираються на дно камери через ролики. Пневмомітла для усунення порошку зі стінок сушильної камери являє собою L-подібну трубу, перфоровану на вертикальній ділянці. Верхній кінець труби опирається через ролик на стінки камери. Всередину труби подається стиснене повітря. Пневмоприбиральник і пневмомітла приводяться в дію за допомогою привідного механізму.

*Сушильна розпилювальна установка А1-АРС (А1-АРС-01) (рис. 5.25.).* Застосовується для отримання сухого порошку із сироваткового білкового концентрату, отриманого методом ультрафільтрування. Вона складається із

наступних частин: розпилювальної сушарки, розпилювачів (2 шт.), калориферно-вентиляторної установки, систем подачі продукту, усунення відпрацьованого повітря, охолодження і транспортування продукту, установки маслонуасосу, пульта контролю і керування.

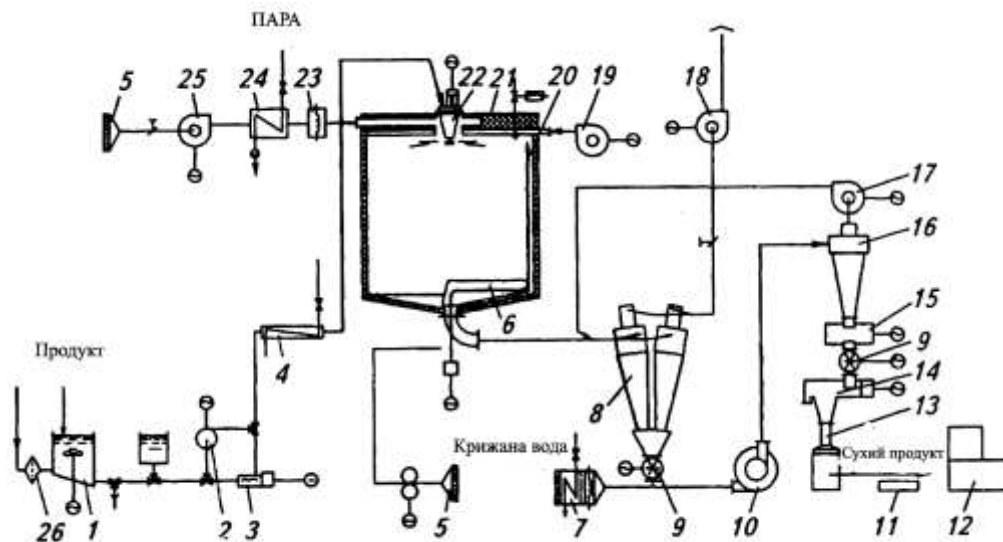


Рис. 5.25. Схема сушильної установки А1-АРС (А1-АРС-01):

1 – продуктова ванна; 2 – насос для миття; 3 – насос-дозатор; 4 – теплообмінник; 5, 26 – фільтри; 6 – пневмомітла; 7 – кондиціонер; 8 – циклон; 9 – засув; 10 – пневмоохолоджувач повітря; 11 – вага; 12 – зашивальна машина; 13 – наповнювач; 14 – просіювач; 15 – вловлювач; 16 – циклон пневмотранспорту; 17, 18, 19, 25 – вентилятори; 20 – пристрій пневмоочистки; 21 – сушильна камера; 22 – розпилювач; 23 – електричний калорифер; 24 – паровий калорифер

Установка А1-АРС-01 відрізняється від А1-АРС наявністю фільтра вихідного продукту, теплообмінника для його підігрівання перед поданням на розпилювач, змінною конструкцією вузлів газовводу в сушильну камеру, збільшеним діаметром трубопроводу пневмотранспортера, відсутністю пневмоочистки стінок сушильної камери і загального компонування обладнання. Всі інші частини мають аналогічне описаному для інших сушильних установок призначення.

Установка А1-АРС працює наступним чином. Вихідний продукт поступає у продуктову ванну (в установці А1-АРС-01 через фільтр 26 продукту), де при необхідності перемішується і охолоджується. Із ванни гвинтовим насосом-дозатором продукт подається на розпилювач (у А1-АРС-01 продукт перед

розпиленням може підігріватися у теплообміннику гарячою водою), встановлений у сушильній камері. За допомогою диска, який обертається з частотою  $266,7 \text{ с}^{-1}$ , рідина розпилюється в об'ємі сушильної камери на крапельки діаметром 5–100 мкм.

Повітря із приміщення через фільтр подається вентилятором 25 у паровий і електричний калорифери, де нагрівається до 200–220 °С, а потім поступає у повітророзподільчий пристрій сушильної камери. Розпилений рідкий продукт у сушильній камері швидко зневоднюється і разом із відпрацьованим повітрям виводиться в основні циклони. Сухий порошок, який осів на дно камери, повертається у повітряний потік за допомогою пневмомітли.

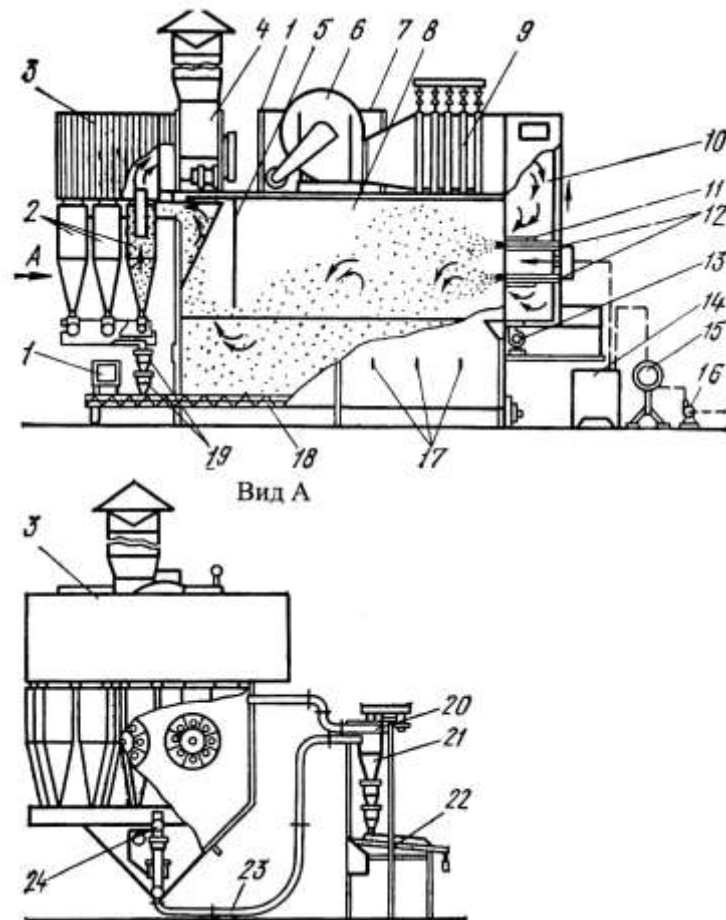
Очищене в основному циклоні повітря викидається вентилятором 18 в атмосферу, а сухий продукт за допомогою затвора виводиться із збірника циклонів в систему пневмоохолодження. Порошок охолоджується в режимі пневмотранспортування охолодженим і сухим повітрям. Підготування повітря проводиться в кондиціонері, де повітря очищується від пилу, охолоджується у калориферах льодяною водою температурою 2 °С, при цьому із повітря конденсується волога, а потім вона підігрівается за допомогою ТЕНів для зменшення відносної вологи. Пневмоохолоджувач продукту служить для збільшення тривалості перебування порошку у системі для більш глибокого охолодження. У циклоні пневмотранспортера охолоджений продукт відділяється від повітря, через збірник, затвор, просіювач і наповнювач фасується у крафт-мішки. Повітря вентилятором 17 подається на повторне очищення в основні циклони. Крафт-мішки зважують на платформовій вазі, зашивають на зашивній машині і скеровують на склад. В установці А1-АРС-01 передбачено охолодження кришки за допомогою вентилятора 19. Технічні характеристики сушильних розпилювальних установок наведені в табл. 5.2.

Прямоточні форсункові розпилювальні сушильні установки горизонтального типу отримали поширення в багатьох країнах. На рис. 5.26. наведена принципова схема сушильної установки фірми «Блау-Нокс» (США) продуктивністю 1200 кг випареної вологи за годину. Установка має

горизонтальну сушильну камеру, виконану у вигляді прямокутного короба з двоскатним конічним дном. У торцевій частині сушильної камери змонтовані два кільцеві повітророзподілювачі, оснащені спеціальними гніздами для шістнадцяти розпилювальних форсунок, об'єднаних загальним колектором. Конструкція вузла розпилювання дозволяє замінювати форсунки в процесі роботи установки і здійснювати сушіння при їх різній кількості. Торцева сторона сушильної камери охолоджується повітрям, яке подається спеціальним вентилятором. Близьче до протилежної торцевої сторони сушильна камера оснащена вертикальною направляючою перегородкою, яка перекриває верхню прямокутну частину сушильної камери з метою зниження навантаження циклонів. У нижній частині сушильної камери змонтований шнековий транспортер для усунення молочного порошку. На конічних поверхнях дна розміщено декілька пневмозбудників, на верхньому перекритті сушильної камери – фільтри, калорифери і вентилятори для нагрівання та відведення сушильного повітря.

Сушильна установка оснащена батареєю із шістнадцяти паралельно діючих циклонів і пневмотранспортною лінією. Згущене молоко відцентровим насосом 16 подається в трубний підігрівач 15, у якому температура його доводиться до 73–75 °С. Підігріте згущене молоко поступає в плунжерний насос 14, із якого під тиском  $(145-80) \cdot 10^5$  Па подається в колектор розпилювальних форсунок 12. Повітря, яке поступає на сушіння, очищається повітряними фільтрами 1 і нагнітаючим вентилятором 6 подається в калорифер 9, у якому нагрівається до температури 160 °С. Нагріте повітря по повітропроводу 10 поступає в повітророзподільні пристрої, у яких піддається завихренню. Розпилюваний форсунками 12 продукт підхоплюється потоком повітря, висушується і частково осідає на вертикальних та конічних внутрішніх поверхнях сушильної камери. Під дією пневматичних вібраторів 17 молочний порошок струшується зі стінок і шнеком 18 виводиться із сушильної камери. Частина молочного порошку в аерозваженому стані огинає перегородку 5 і разом із відпрацьованим повітрям поступає в циклони 2. З циклонів молочний

порошок попадає в проміжні шнеки 24, із яких через розвантажувальний шлюз 19 подається в шнек 18, із шнека порошок поступає в пневмотранспортну лінію 23, в яку вентилятором 20 через фільтр 1 із приміщення цеху подається повітря.



**Рис. 5.26. Принципова схема сушильної установки фірми «Блау-Нокс» (США):**

1 – повітряний фільтр; 2 – циклони; 3 – повітряний колектор; 4 – витяжний вентилятор; 5 – перегородка; 6 – нагнітаючий вентилятор; 7 – камера повітряних фільтрів; 8 – сушильна камера; 9 – калорифер; 10 – повітропровід; 11 – направляючі пластини; 12 – розпилювальні форсунки; 13 – вентилятор охолоджуючого повітря; 14 – плунжерний насос; 15 – трубний підігрівач; 16 – відцентровий молочний насос; 17 – пневматичні вібратори; 18 – центральний шнек; 19 – розвантажувальний шлюз; 20 – вентилятор; 21 – розвантажувальний циклон; 22 – сито; 23 – пневмотранспортна лінія; 24 – проміжні шнеки

Частково охолоджений у пневмотранспортній лінії молочний порошок поступає в циклон 21, із якого через розвантажувальний шлюз 19 йде на сито 22. Після просіювання сухе молоко подається на фасування.

Сушильні установки фірми «Блау-Нокс» компактні, мають велику величину потужності об'єму сушильної камери, яка дорівнює приблизно  $12 \text{ кг/м}^3\text{год.}$ , прості в обслуговуванні й експлуатації. Основним недоліком сушарок цього типу є значне винесення молочного порошку в циклони, що викликає необхідність ретельного очищення відпрацьованого повітря.

На відміну від розглянутих установок у сушарках фірми «Морінага» (Японія) (рис. 5.27.) виключено закручення сушильного агента, який подається в сушильну вежу. Завдяки цьому опір повітророзподільного пристрою порівняно невисокий і зменшується налипання порошку на внутрішніх поверхнях сушильної вежі.

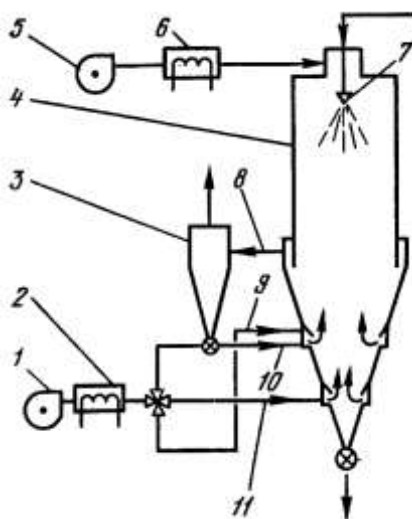


Рис. 5.27. Принципова схема сушарки фірми «Морінага» (Японія):

1 – вентилятор; 2 – охолоджувач повітря; 3 – циклон; 4 – сушильна камера; 5 – нагнітаючий вентилятор; 6 – калорифер; 7 – форсунка; 8, 10 – патрубки; 9, 11 – повітропроводи

Розпилення продукту у вказаних установках, незалежно від їх типорозміру, здійснюється однією форсункою при порівняно невисоких параметрах тиску. Характерною особливістю сушарок фірми «Морінага» є те, що процес охолодження молочного порошку здійснюється безпосередньо в сушильній вежі.

Повітря, яке нагрівається калорифером 6, нагнітаючим вентилятором 5 подається у верхню частину вертикальної сушильної камери 4, у якій

форсункою 7 розпилюється згущене молоко концентрацією 50 % сухих речовин. У потоці гарячого повітря, яке рухається зверху вниз, часточки згущеного молока висушуються.

Відпрацьоване повітря через патрубок 8 відводиться на додаткове очищення у циклон 3, після чого викидається в атмосферу. Висушений молочний порошок у конічній частині сушильної камери охолоджується повітрям, яке подається вентилятором 1 по повітропроводах 9 і 11. Частина повітря, яке охолоджується в повітроохолоджувачі 2, використовується для транспортування молочного порошку, який вивантажується із циклону 3 по патрубку 10 у сушильну камеру. Готовий молочний порошок вивантажується із сушильної камери через шлюзовий отвір.

Розпилювальні сушильні установки комбінованого типу можна віднести до найбільш прогресивних систем і деякі із них отримують все більше поширення для виробництва сухих агломерованих молочних продуктів.

Сушильна установка комбінованого типу з форсунковим розпиленням продуктивністю 1000 кг вологи на годину російського виробництва показана на рис. 3.28.

Сушильна камера 1 установки має прямокутну форму з двоскатним конічним дном. У передній торцевій частині камери розташовано два кільцеві повітророзподілювачі для подання сушильного агента і змонтовані шістнадцять форсунок 3 для розпилення згущеного молока. Для охолодження торцевої стінки передбачений автономний вентилятор 2, який засмоктує охолоджене повітря із приміщення цеху. За допомогою гнучкої манжети дно сушильної камери поєднане з вібраційним гранулятором 14 конвективного типу, на перфорованій пластині якого здійснюється часткове досушування молочного порошку. Відпрацьоване повітря із сушильної камери й гранулятора виводиться в перші два циклони 8 і після очищення викидається в атмосферу. Молочний порошок, захоплений у цих циклонах, поступає у вібротранспортер 12, з якого по аерозольнотранспортній лінії 13 повертається в інстантайзери 11.

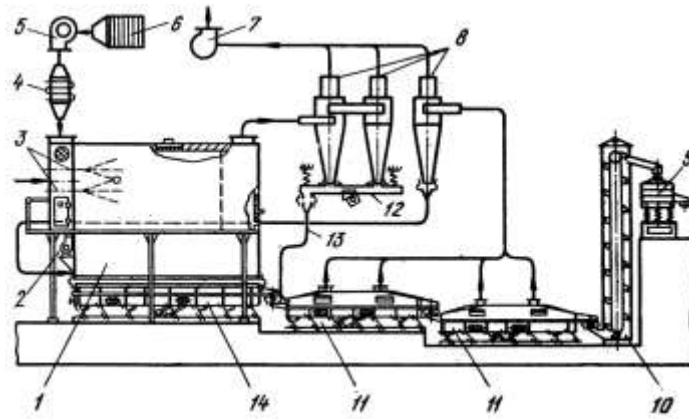


Рис. 5.28. Принципова схема сушильної установки комбінованого типу з форсунковим розпиленням:

1 – сушильна камера; 2 – автономний вентилятор; 3 – форсунки; 4 – калорифер; 5 – нагнітаючий вентилятор; 6 – фільтр для очистки зовнішнього повітря; 7 – витяжний вентилятор; 8 – циклони; 9 – вібраційне сито; 10 – елеватор; 11 – вібраційна конвективна сушарка (інстантайзер); 12 – вібротранспортер; 13 – аерозольнотранспортна лінія; 14 – гранулятор

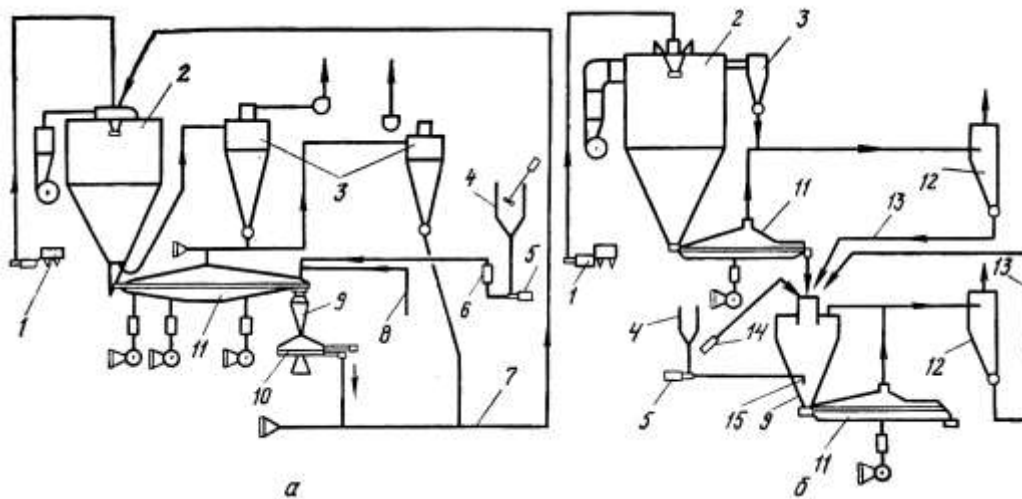
Молочний порошок, який вивантажується із сушильної камери, піддається потім подальшій обробці у двох вібраційних конвективних сушарках *11*, через перфорацію пластин яких подається нагріте або охоложене повітря. У першій і частково у другій конвективній сушарці здійснюється кінцеве досушування молочного порошку до стандартного вмісту вологи. В останній секції другої конвективної вібраційної сушарки проходить охолодження молочного порошку. Охолоджений молочний порошок елеватором *10* подається у вібраційне сито *9*, після чого йде на фасування. Відпрацьоване повітря із конвективних вібраційних сушарок направляється в третій циклон *8* і після очищення викидається в атмосферу.

Молочний порошок із цього циклону по аерозольнотранспортній лінії повертається в сушильну камеру й гранулятор на повторну агломерацію.

На установках даного типу отримують високоякісні сухі молочні продукти, у тому числі й продукти, які володіють агломерованою структурою. Робота установки характеризується пониженими порівняно із сушарками традиційного типу теплоенергетичними витратами. Установка має порівняно невеликий об'єм сушильної камери, який дорівнює  $114 \text{ м}^3$ .



Сушильна установка комбінованого типу (рис. 5.29.). Призначена для одержання швидкорозчинного молока з використанням ліофілізуючих речовин. Розпилювальна сушильна установка фірми «Ніро-Атомайзер» (рис. 5.29. а) додатково оснащена спеціальним пристроєм, розташованим між прямопрохідним інстантайзером і віброситом. Цей пристрій являє собою камеру конусоподібної форми, у центральній частині якої встановлена пневматична форсунка. Сухий агломерований молочний порошок, який поступає в камеру з інстантайзера, опускається вниз в аерозваженому вигляді. При осіданні він покривається ліофілізуючою речовиною і поступає у вібраційне сито, у якому відбувається вирівнювання кількості ліофілізуючих речовин на поверхні частинок молочного порошку. У результаті просіювання продукт розділяється на дві фракції, із яких найбільш дрібна повертається в сушильну вежу, а велика поступає на фасування. Розчин ліофілізуючої речовини подають на розпилення насосом із спеціальної ємності, яка оснащена помішувачем.



**Рис. 5.29. Розпилювальні сушильні установки для отримання швидкорозчинного молока з використанням ліофілізуючих речовин фірми «Ніро-Атомайзер» (Данія) (а), фірми «Шторк» (Нідерланди) (б):**

1 – насос для подачі згущеного молока; 2 – сушильна башта; 3 – циклони; 4 – ємність; 5 – насос для подачі ліофілізуючих речовин; 6 – витратомір; 7 – лінія повернення дрібних фракцій у сушильну вежу; 8 – лінія подачі стисненого повітря; 9 – пристрій для внесення ліофілізуючих речовин; 10 – вібраційне сито; 11 – прямопрохідний інстантайзер; 12 – фільтр; 13 – лінія подачі дрібних фракцій порошку; 14 – парова лінія; 15 – форсунка

Розпилювальна сушильна установка фірми «Шторк» (рис. 5.29. б) оснащена пристроєм, який призначений для внесення ліофілізуючих речовин у молочний порошок, у верхню циліндричну частину якого підводиться пара. У результаті контакту пари з частинками молочного порошку відбувається їх зволоження й агрегація. У нижній конусоподібній частині пристрою на агломераті молочного порошку, які опускаються донизу, за допомогою форсунки розпилюються ліофілізуючі речовини. З пристрою продукт поступає в прямопрохідний інстантайзер, у якому здійснюється додатковий розподіл ліофілізуючих речовин по поверхні частинок молочного порошку.

Лінія для одержання сухого незбираного швидкорозчинного молока з використанням ліофілізуючих речовин представлена на рис. 5.30. Із сушильної вежі 4 і лінії повернення циклонної фракції 9 продукт безперервно вивантажується в агломераційну камеру 2, де інтенсивно перемішується в псевдозрідженому шарі і зволожується знежиреним молоком, яке поступає через пневматичні форсунки 3. Кількість знежиреного молока, яке подається насосом для зволоження, становить 2–3 % від кількості сухого молока. У процесі агломерації вологість продукту збільшується на 2–3 %. Для запобігання утворення грудочок при повторному зволоженні через пневматичні форсунки й агломераційну камеру подається стиснене гаряче повітря (60–90 °С).

З агломераційної камери сухе молоко вологістю 7–10 % поступає в першу вібраційну конвективну сушарку 5. Температура повітря, яке подається в першу сушарку, 95–120 °С. Це дозволяє швидко усунути надлишкову вологу. У другій вібраційній конвективній сушарці температура повітря становить 70–95 °С, що запобігає перегріванню продукту. На виході із другої сушарки вологість сухого молока не перевищує 5,5 %, а температура – 45–55 °С. Загальна тривалість досушування в першій вібраційній конвективній сушарці 6–8 хвилин.

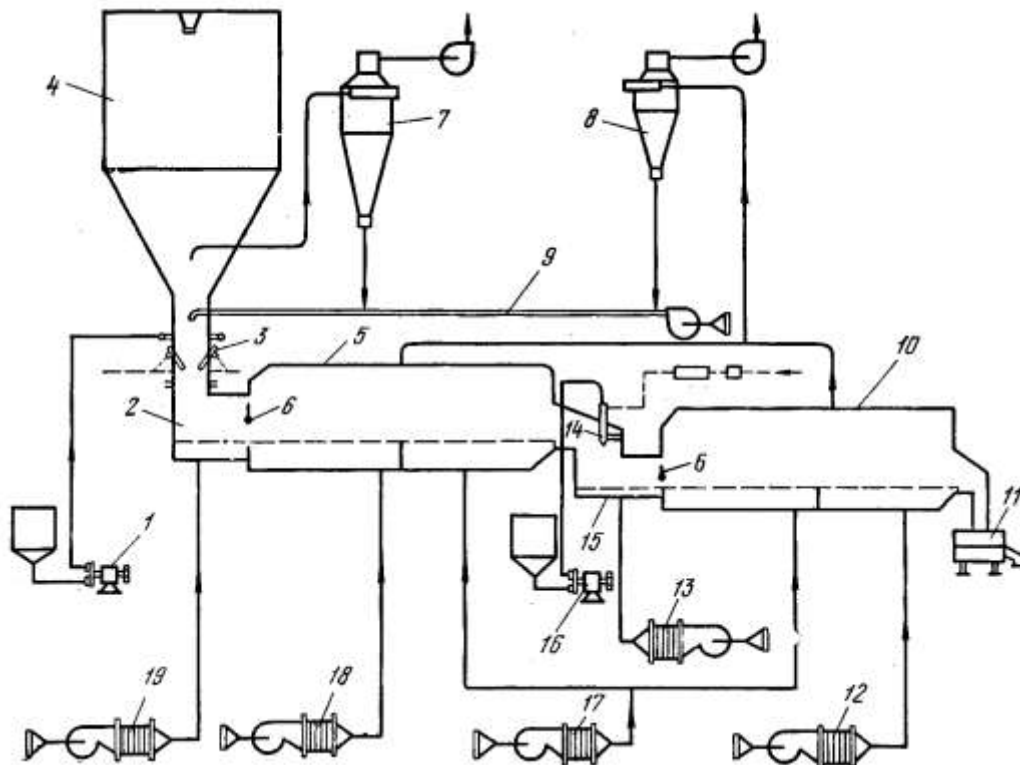


Рис. 5.30. Схема лінії для отримання сухого незбираного швидкорозчинного молока:

1 – насос для подачі знежиреного молока; 2 – агломераційна камера; 3 – пневматичні форсунки; 4 – сушильна башта; 5 – перша вібраційна конвективна сушарка; 6 – засувки; 7, 8 – циклони; 9 – лінія повернення циклонної фракції; 10 – друга вібраційна конвективна сушарка; 11 – вібросито; 12 – охолоджувач повітря; 13, 17, 18, 19 – калорифери; 14 – пневматична форсунка; 15 – камера для нанесення суміші ліофілізуючих речовин; 16 – насос для подачі суміші ліофілізуючих речовин

З першої вібраційної конвективної сушарки сухе молоко поступає в камеру 15, де на продукт за допомогою пневматичних форсунок 14 наплюється суміш ліофілізуючих речовин і молочного жиру (у співвідношенні 5,6:3,8). Температура повітря, яке подається на форсунки, 110–130 °С.

Суміш подається насосом 16 у таких кількостях, щоб концентрація ліофілізуючих речовин у готовому продукті складала 0,15–0,2 %, але не перевищувала 0,5 %. Так, на молочноконсервних комбінатах встановлюються розпилювальні сушарки продуктивністю 1550–1600 кг випареної вологи за годину. Кількість напленої суміші за годину становить 6–8 кг. Рівномірний розподіл суміші по поверхні частинок досягається шляхом інтенсивного перемішування продукту в псевдозрідженому шарі і в результаті високої (80–

90 °С) температури повітря, яке поступає в камеру для нанесення гідрофілізуючих речовин.

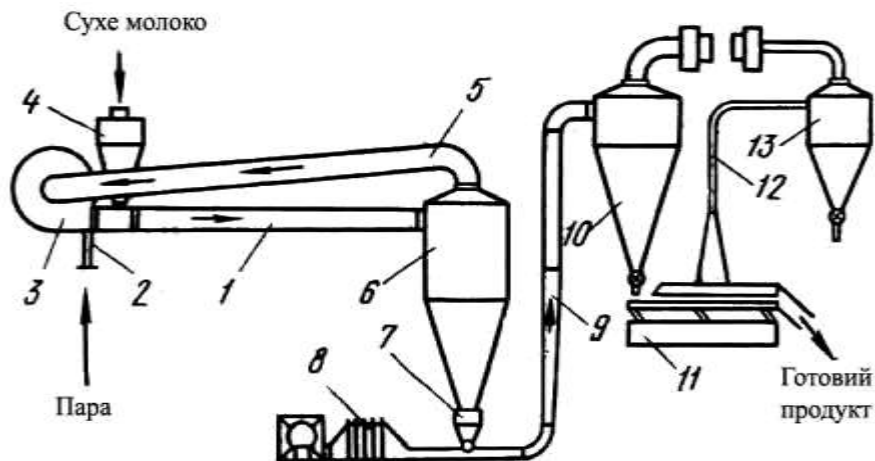
З камери 15 сухе молоко подається на другу вібраційну конвективну сушарку 10, де в першій секції досушується при температурі повітря 70–95 °С до вологості 3,3–3,7 %. У другій секції продукт охолоджується до 18–25 °С, однак у результаті контакту з холодним повітрям температурою 10–15 °С вологість продукту збільшується на 0,3–0,7 %.

Камери для агломерації й нанесення ліофілізуючих речовин розділяються перфорованою пластиною на дві частини. У нижню частину подається повітря вентиляторами, а у верхню поступає продукт.

У верхній частині камери 2 встановлені пневматичні форсунки, які розпилюють знежирене молоко. Форсунки розміщені таким чином, щоб забезпечити зрошення всієї поверхні киплячого шару сухого молока. Для регулювання висоти киплячого шару встановлена спеціальна засувка б, поворотом якої можна збільшувати переріз вихідного отвору. Для подання рідких компонентів у пневматичні форсунки застосовуються дозуючі агрегати.

З другої вібраційної конвективної сушарки 10 сухий продукт поступає на вібросито 11 і далі направляється ковшовим елеватором та скребковим транспортером для фасування. У зв'язку з тим, що сухе незбиране швидкорозчинне молоко має агломеровану структуру, застосування для його транспортування пневмотранспорту є не бажаним, оскільки високі швидкості транспортування (20–25 м/с) ведуть до руйнування агломератів і знижується відносна швидкість розчинення й змочування.

Розпилювальні сушильні установки для одержання швидкорозчинного сухого молока, на відміну від раніше розглянутих, мають спеціальні додаткові пристрої, у яких звичайне сухе молоко перетворюється у швидкорозчинне. Ці пристрої можуть працювати в одному комплекті з різними сушильними установками. На рис. 5.31. зображена принципова схема установки для одержання агломерованого сухого знежиреного швидкорозчинного молока фірми «Черрі-Барель».



**Рис. 5.31. Схема установки для отримання знежиреного сухого швидкорозчинного молока фірми «Черрі-Барель» (США):**

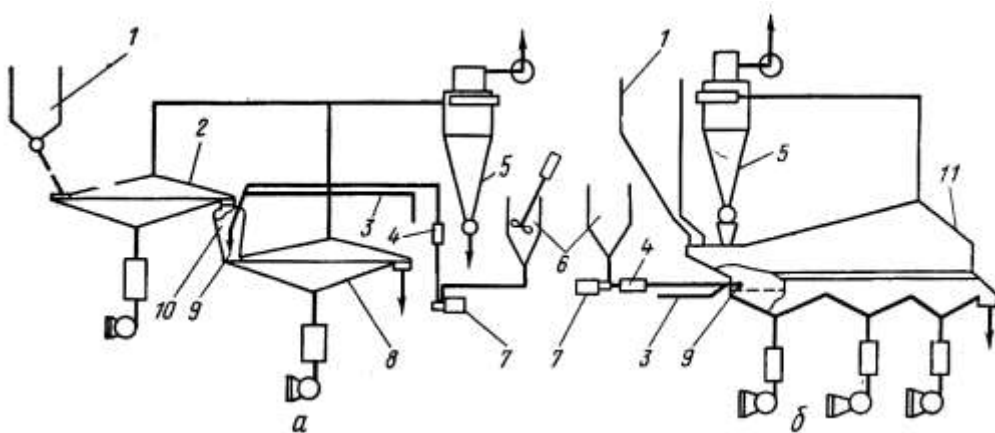
1 – агломераційна труба; 2 – патрубок для подання пари; 3 – вентилятор; 4 – нагромаджувальний бункер; 5 – відвідна труба; 6 – циклон; 7 – шлюзовий засув; 8 – калорифер; 9 – сушильна труба; 10 – розвантажувальний циклон; 11 – віброохолоджувач; 12 – трубопровід для відведення дрібної фракції порошку; 13 – допоміжний циклон

Сухе знежирене молоко подається в бункер 4, а з нього в агломераційну трубу. Для здійснення ефективної агломерації частинок продукту через патрубок 2 у трубу вводиться пара. Вентилятор 3 призначений для подачі повітря й продукту в агломераційну трубу, яка тангенціально дотична з першим циклоном 6 таким чином, що повітря і транспортоване сухе молоко отримують круговий рух.

У верхній частині циклону є отвір для виходу відпрацьованого повітря, яке по відвідній трубі 5 подається повторно у вентилятор. У нижній частині першого циклону є шлюзова засувка 7, через яку агломерований продукт подається в сушильну трубу 9. Сушильна труба зв'язана з повітрянагрівачем і спрямована до розвантажувального циклону 10, у верхній частині якого є патрубок для виходу повітря. На конічній нижній частині циклону знаходиться поворотний шибер, через який агломерати сухого молока поступають у віброохолоджувач 11. Дрібні часточки порошку по трубопроводу 12 відсмоктуються в допоміжний циклон 13.

Якщо сухе молоко виходить у пилюкоподібному стані й агломерати надто малі, то збільшують приплив пари. Якщо ж сухе молоко виходить підвищеної вологості у вигляді розтягнутих тістоподібних агломератів, то приплив пари зменшують. Повітря в сушильній камері повинно мати температуру 150 °С, при якій вологість сухого молока не повинна перевищувати 3–4 %. Швидкість повітря в сушильній трубі регулюють таким чином, щоб агломерати-частинки не руйнувались. У віброохолоджувачі температура молока знижується до 45 °С.

Установка фірми «Ніро-Атомайзер» (Данія). Принципова схема установки для одержання сухого незбираного швидкорозчинного молока з добавками ліофілізуючих речовин представлена на рис. 5.32.



**Рис. 5.32. Принципові схеми установок для отримання сухого незбираного швидкорозчинного молока фірми «Ніро-Атомайзер» (а), фірми «Ангідрон» (б):**

1 – нагромаджувальний бункер; 2 – віброапарат для підігрівання молочного порошку; 3 – трубопровід для подачі стисненого повітря; 4 – витратомір; 5 – циклон; 6 – ємність для ліофілізуючих речовин; 7 – насос для подачі ліофілізуючих речовин; 8 – віброапарат; 9 – пневматична форсунка; 10 – змішувач; 11 – прямопрохідний інстантайзер

Необхідно підкреслити, що на сьогодні у світі немає промислового способу одержання сухого незбираного натурального молока без використання ліофілізуючих речовин або будь-яких інших наповнювачів.

На цій установці підлягає обробці сухий агломерований молочний порошок, виготовлений на прямочних розпилювальних сушарках, оснащених

прямопрохідними віброапаратами. З накопичувального бункера порошок поступає у віброапарат, у який подається повітря температурою 50–60 °С. Підігрітий молочний порошок далі поступає в змішувач, у якому з допомогою пневматичної форсунки розпилюються ліофілізуючі речовини. Після обробки молочний порошок поступає в другий віброапарат, через перфоровану пластину якого продувається повітря, нагріте до температури 40–50 °С. У вказаному віброапараті відбувається кінцевий розподіл ліофілізуючих речовин на поверхні частинок молочного порошку, вивантажувальний із апарату продукт, поступає в контейнери ємністю 200 кг, із яких потім фасується в атмосфері азоту в жорстку тару.

Для одержання швидкорозчинного молока фірма «Ангідрон» (Данія) використовує модифікований прямопрохідний інстантайзер, дооснащений системою подання ліофілізуючих речовин безпосередньо в киплячий шар молочного порошку (рис. 5.32. б).

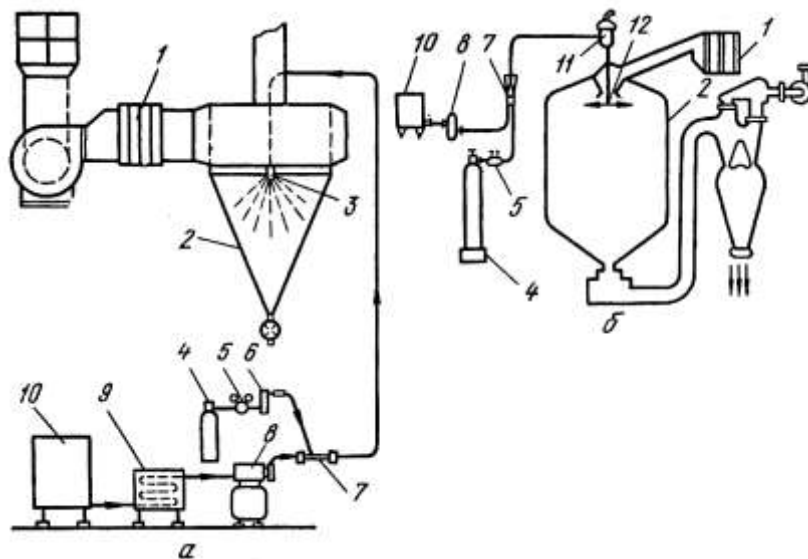
Для введення ліофілізуючих речовин використовують пневматичні форсунки, розташовані у торцевій частині інстантайзера. Безпосередньо над форсунками знаходиться пристрій для подання дрібних фракцій молочного порошку, який повертається з циклону. В установці обробляється неагломероване сухе молоко, одержане при порівняно низьких температурних режимах сушіння. Молочний порошок зволожується шляхом внесення ліофілізуючих речовин у вигляді водної емульсії. У процесі агрегації частинки порошку покриваються цими речовинами, після чого досушуються.

Режими обробки молочного порошку в установці приблизно аналогічні режимам одержання сухого агломерованого молока в прямопрохідних інстайзерах.

Сухе швидкорозчинне молоко, виготовлене на вказаних апаратах, володіє більш яскраво вираженими властивостями швидкої розчинності, ніж продукт, отриманий у ході одностадійного процесу.

*Розпилювальні сушильні установки для сушіння спінених молочних продуктів* (рис. 5.33.). Установки оснащені спеціальним пристроєм, за

допомогою якого на розпилення подається рідкий продукт, який володіє піноподібною структурою.



**Рис. 5.33. Принципові схеми сушильних установок для висушування спінених молочних продуктів:**

а – із кислої сироватки; б – згущеного молока; 1 – калорифер; 2 – сушильна камера; 3 – форсунка; 4 – ресивер для стисненого газу; 5 – регулятор тиску; 6 – газовий лічильник; 7 – піногенератор (змішувач); 8 – насос; 9 – підігрівач; 10 – резервуар для згущеного продукту; 11 – сепаратор газу; 12 – дисковий розпилювач

Продукт, призначений для сушіння, із резервуара 10 проходить через підігрівач 9 і засмоктується насосом 8, який нагнітає його в піногенератор 7. В останньому відбувається спінення продукту. Далі спінений продукт направляється у розпилюючий пристрій сушильної вежі.

Процес сушіння здійснюється так само, як і у звичайних сушильних установках.

### **5.2.2. Сушарки контактного типу**

Сушильно-подрібнювальний агрегат СДА-250 (рис. 5.34.). Для виробництва сухого знежиреного молока застосовують вальцеву сушарку, яка входить до складу агрегату СДА-250. Вона складається із сушарки і подрібнювача, з'єднаних між собою шнеками. Сушарка являє собою два пустотілі чавунні вальці із сальниковими пристроями, які обертаються у



підшипниках ковзання назустріч один одному. Рухомі підшипники одного із вальців, які призначені для регулювання зазору між вальцями, встановлені на боковинах і скріплені стяжками. Привід сушарки і шнеків здійснюється від електродвигуна через редуктор, відкриті зубчасті колеса і ланцюгові передачі.

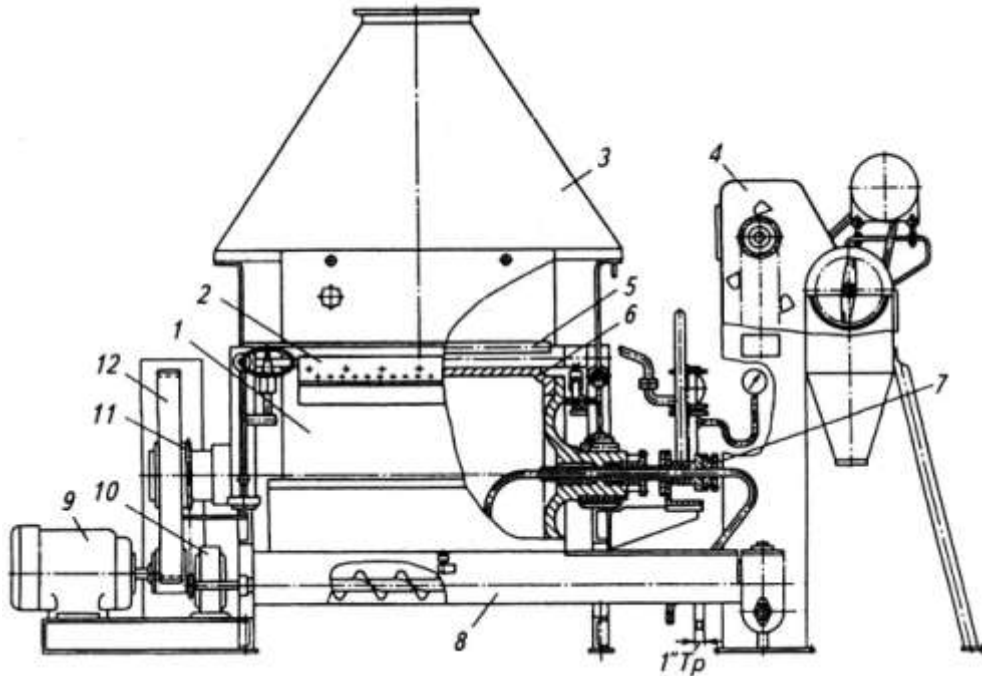


Рис. 5.34. Сушильно-подрібнювальний агрегат СДА-250:

1 – сушарка; 2 – ножі; 3 – парасолька; 4 – подрібнювач; 5 – колектори; 6 – вальці; 7 – сальниковий пристрій; 8 – шнек; 9 – електродвигун; 10 – редуктор; 11 – ланцюгова передача; 12 – зубчасті колеса

Рідкий продукт за допомогою колекторів наноситься на поверхню вальців. Між вальцями утворюється простір з киплячим продуктом, обмежений з торців дерев'яними клинами. На виході із міжвальцевого зазору продукт покриває тонким шаром поверхню вальців і зневоднюється. Висушена плівка продукту знімається спеціальними ножами і по нахилених щитах поступає в поздовжні шнеки, з яких поперечними шнеками транспортується в нижню частину подрібнювача і далі ковшами ланцюгового елеватора закидається на просіювач для розмелювання.

Розмелюючий пристрій подрібнювача складається із обертового біла і просіювача. Розмелений продукт у вигляді порошку висипається з бункера подрібнювача у підкладену тару (бочки чи мішки). Підведення пари до вальців і

відведення конденсату у конденсатну мережу здійснюються за допомогою паропроводів, запорних вентилів, манометра, запобіжного клапана, конденсатовідвідника і сальникових пристроїв. Водяна пара, яка утворюється при сушінні продукту, усувається за допомогою системи витяжки, яка складається із парасольки, бокових щитів, повітропроводів (які не входять до комплекту поставки) і витяжного вентилятора.

Технічні характеристики сушильно-дробильного агрегату наведені у табл. 5.3.

Таблиця 5.3

**Технічні характеристики сушильно-дробильного агрегату**

| Показники  | Значення       |
|--|----------------|
| Продуктивність, кг/год.                              |                |
| – за випаруваною вологою                             | 230–250        |
| – за сухим продуктом при згущенні 3:1                | 90             |
| Вальці:  |                |
| – число  | 2              |
| – діаметр, мм  | 800            |
| – робоча довжина, мм                                 | 1000           |
| – частота обертання, хв <sup>-1</sup>                | 24             |
| – робоча поверхня двох вальців, м <sup>2</sup>       | 5              |
| – зазор між вальцями в холодному стані, мм, не менше | 3              |
| – тиск пари у вальцях, МПа, не більше                | 0,35           |
| Витрата пари на 1 кг висушеного продукту, кг         | 1,2–1,4        |
| Встановлена потужність, кВт                          | 10,5           |
| Габаритні розміри, мм                                | 4010×2180×2625 |
| Маса, кг   | 3700           |

Установка СГ-500 (рис. 5.35.). Призначена для сушіння і гранулювання знежиреного молока. Принцип роботи наступний. Вентилятори засмоктують зовнішнє повітря через рулонні фільтри і подають його у блок калориферів. Нагріте в них повітря поступає в апарат під газорозподільчу решітку. Частина холодного повітря після вентиляторів відбирається і подається по повітропроводу під газорозподільчу решітку зони охолодження і у сепаратор подрібнювача.

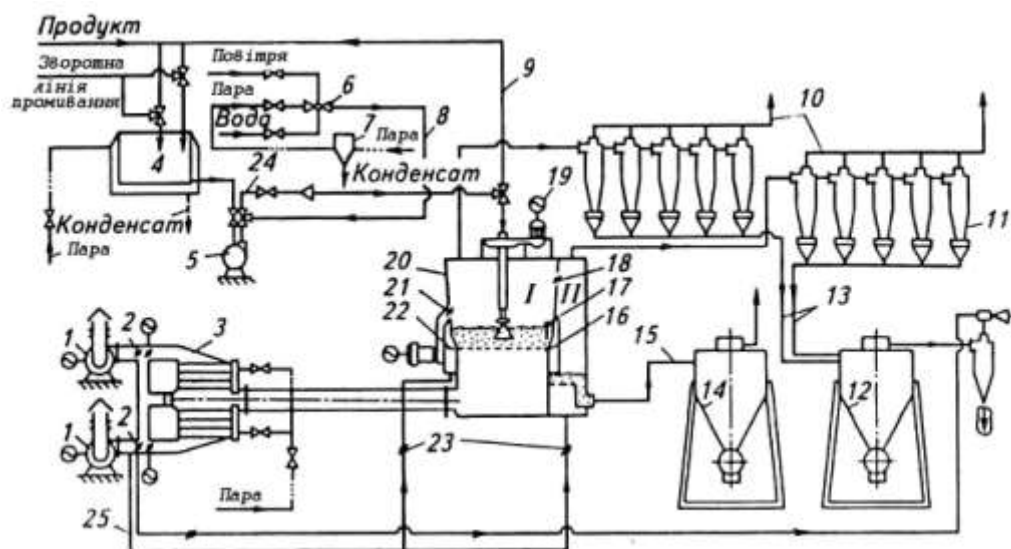


Рис. 5.35. Схема установки СГ-500 для сушіння і гранулювання сухого знежиреного молока:

1 – вентилятори; 2 – повітряні проводи відпрацьованого і очищеного повітря; 3 – блок калориферів; 4 – ємність для продукту; 5 – насос; 6 – вузол санітарної обробки; 7 – відділювач конденсату; 8 – лінія промивання; 9 – продуктова лінія; 10 – лінія викидування повітря в атмосферу; 11 – батарея циклонів; 12 – бункер порошкоподібного продукту; 13, 15 – лінія пневмотранспортування порошкоподібного і гранульованого продукту; 16 – засув пневмосепаратора вивантаження; 17 – переливний поріг; 18 – шибер зони охолодження; 19 – привід ротора; 20 – апарат для сушіння і гранулювання; 21 – шибер сепаратора подрібнювача; 22 – сепаратор подрібнювача; 23 – газорозподільвальні решітки зони сушіння і охолодження; 24 – лінія подачі згущеного молока в апарат; 25 – лінія подачі повітря у сепаратор подрібнювача в зону охолодження; I – зона сушіння і гранулювання продукту; II – зона охолодження

Нагріте повітря через газорозподільвальну решітку зони сушіння поступає в шар порошкоподібного та гранульованого молока і приводить його у псевдозріджений стан. Згущене молоко з концентрацією сухих речовин 35–45 % з ємності насосом через регульовальний кран і обмежувачу діафрагму

подається в ротор і на розподільчий пристрій. Останній подає згущене молоко на робочу поверхню конуса у вигляді плівки, проганяє по ній потік сухих гранул із псевдозрідженого шару і змочує їх поверхню мікродозами молока. Нагріте повітря контактує в шарі з вологою поверхнею гранул, на які нанесене згущене молоко, віддає їм тепло і висушує. Молоко висихає на поверхні гранул у вигляді шару сухого залишку, збільшуючи розміри гранул. Температура теплоносія швидко знижується до 55–60 °С на виході із шару продукту. Відпрацьований теплоносій очищується від порошкоподібного продукту в циклонах і викидається в атмосферу через повітропроводи.

Пневмосепаратори вивантаження і подрібнення безперервно відбирають із шару крупні гранули заданого розміру і скеровують їх відповідно в зону охолодження *II* та у подрібнювач відцентрово-притирочного типу, який їх подрібнює і повертає в шар, який поступає із сепаратора. Потім продукт охолоджується у псевдозрідженому шарі до 30–38 °С і по лінії пневмотранспортування поступає в бункер. Для кращої роботи пневмотранспорту в бункері і очищення відпрацьованого повітря передбачені інжектор і циклон (табл. 5.4.).

### **3.2.3. Основні пристрої і вузли сушарок для молока**

Перелік розпилювальних сушильних установок дозволяє зробити висновок про те, що вони представляють собою складні агрегати, які складаються з низки пристроїв і вузлів, призначених для проведення різних процесів, які відіграють важливу роль при виготовленні сухих молочних продуктів.

Основні пристрої і вузли розпилювальних сушильних установок поділяють на дві групи: пристрої і вузли, які контактують з висушуваним продуктом; пристрої й вузли, які контактують з повітрям.

До пристроїв і вузлів, які контактують із висушуваним продуктом, відносять пристрої для розпилювання продукту у сушильній вежі (розпилювачі), сушильну вежу з повітророзподільними і повітрівідвідними

пристроями, пристрої для вивантаження продукту із сушильної вежі, пристрої для обробки сухого продукту після виходу з вежі, пристрої для транспортування сухого продукту в розпилювальних сушильних установках, а також пристрої для повернення циклонної фракції у сушильну установку.

Таблиця 5.4.

### Технічна характеристика сушарки СГ-500

| Показник  | Значення |
|---|----------|
| Продуктивність, кг/г  |          |
| – за випаруваною вологою, кг/год.                                 | 450–550  |
| – за висушеним продуктом  | 200–280  |
| Концентрація згущеного молока, %                                  | 35–45    |
| Вологість висушеного продукту, %                                  | 2–6      |
| Температура, °С:  |          |
| – псевдозрідженого шару висушуваного молока                       | 54–62    |
| – згущеного молока  | 45–55    |
| – теплоносія  | 100–130  |
| – висушеного молока після охолодження                             | 30–40    |
| Витрата на 1 кг випареної вологи:                                 |          |
| – електроенергії, кДж   | 485      |
| – пари, кг  | 1,9–2,3  |
| Витрата пари на установку, кг/год.                                | 800–1200 |
| Площа, яку займає установка і зони обслуговування, м <sup>2</sup> | 72       |
| Розміри апарату для сушіння, м:                                   |          |
| – діаметр   | 3,2      |
| – висота  | 4,1      |
| Маса, кг:   |          |
| – апарату для сушіння   | 2760     |
| – установки   | 13170    |

До пристроїв і вузлів, які зв'язані з повітрям, відносять пристрої для очищення повітря, яке поступає у сушильну вежу і відводиться з неї, пристрої для нагрівання повітря, пристрої для створення примусового руху повітря.

Пристрої для розпилювання продукту в сушильній вежі (розпилювачі) повинні забезпечувати відповідні габарити смолоскипа (факела) розпилу, дисперсність крапель розпилюваної рідини і рівномірність їх розподілу за розмірами, оскільки ці параметри суттєво впливають на інтенсивність тепло- і масообмінних процесів у сушильній вежі. Вони повинні бути надійними й простими в експлуатації, відповідати продуктивності розпилювальної сушильної установки. Однією з важливих вимог, які висуваються до розпилювачів, є отримання високоякісного молочного порошку, що володіє відповідними дисперсністю, об'ємною масою, сипучістю, низкою інших показників. Немаловажними чинниками, які передбачають вибір типу розпилюючого пристрою, є його конструктивна простота, невисока вартість виготовлення і мінімальні енергетичні затрати у процесі роботи.

Використовувані у техніці розпилювачі для одержання сухих молочних продуктів доцільно класифікувати за конструктивними ознаками на відцентрові дискові і форсункові. Незважаючи на відносну складність їх конструктивного виконання, відцентрові дискові розпилювачі придатні і для диспергування молочних продуктів, які володіють значною в'язкістю. Порівняно менше поширені форсункові розпилювачі, які поділяють на механічні й пневматичні форсунки.

На сушарках, оснащених дисковими розпилювачами, одержують частинки більш однорідного розміру при змінній витраті продукту, ніж у випадку використання розпилювачів іншого типу.

Основним недоліком відцентрових дискових розпилювачів, є необхідність у складному й дорогому приводі, за допомогою якого створюється висока кругова швидкість диска.

Головний недолік форсункових розпилювачів, особливо механічних, полягає в тому, що вони легко засмічуються. Крім того, для забезпечення

розпилення в механічних форсункових розпилювачах необхідно створювати високий тиск (10–20 МПа).

Узагальнені дані по експлуатації різних пристроїв для розпилювання дозволили встановити, що енергетичні витрати на розпилення 1000 кг продукту для відцентрових дискових розпорощувачів становлять 0,8–1 кВт, механічних форсунок – 0,3–0,5 кВт і для пневматичних форсунок перевищують 1 кВт.

Принцип роботи усіх відцентрових дискових розпилювачів ґрунтується на дії відцентрової сили на рідину, яка подається на швидкообертний диск. Під її дією рідина внаслідок контакту з розпилювачем отримує обертний рух і рухається з безперервно зростаючою швидкістю до периферії диска. Зриваючись із його розпилюючих країв, вона розпилюється в атмосферу сушильного агента, який подається у вежу розпилювальної сушильної установки.

Частота обертання відцентрових дисків залежно від діаметра і необхідної кругової швидкості коливається від 6000 до 20000 хв<sup>-1</sup>. Кругова швидкість розпилювальних дисків, застосовуваних у молочній промисловості, становить 100–200 м/с.

На даний час для сушіння молочних продуктів використовуються розпилювальні диски різноманітних конструкцій, що дозволяють створювати необхідну конфігурацію смолоскипа розпилювання рідкого продукту і необхідну дисперсність частинки у факелі.

За умовами формування рідинної плівки в дисках і особливостях її зриву з їх розпилюючих країв диски можна умовно класифікувати на гладкі, соплові, каналні, комбіновані.

За гідродинамічними умовами виходу продукту із приймальної камери диска, диски можна поділити на напірні й безнапірні. У напірних дисках в приймальній камері створюється рідинне кільце, що сприяє рівномірному надходженню продукту у канали диска. У безнапірних дисках рідина до розпилюючих країв рівномірно подається спеціальними розподільниками. Рідинного кільця в цьому випадку не утворюється.

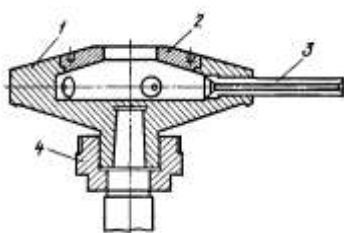
За кількістю ступенів розпилювальні диски поділяють на одно- і багатоступеневі. За формою каналів відцентрові розпилювальні диски можна поділити на диски з радіальними, вигнутими, похилими тангенціальними каналами, а за формою вихідного отвору – на диски із щілинними, круглими, прямокутними й овальними отворами.

Класифікацію розпилювальних дисків можна доповнити і за ступенем їх впливу на продукт, що піддається розпиленню. За цією ознакою диски доцільно поділити на диски, що створюють додатково гомогенізуючий ефект, який дозволяє здійснювати фракційний поділ продукту й забезпечувати зменшення вмісту включеного в продукт повітря.

І нарешті, розпилювальні диски можна поділити на диски, використовувані для одержання звичайних, агломерованих, швидкорозчинних і багатокомпонентних сухих молочних продуктів.

Гладкі відцентрові диски, які отримали дуже обмежене поширення, бувають плоскі, конічні, параболічні й циліндричні. Рідинна плівка продукту у дисках формується на гладкій поверхні і скидається з суцільної по всьому периметру диска розпилюючого краю.

Соплові відцентрові диски характеризуються наявністю соплових вставок (трубок). Такі диски (мал. 5.36.) використовуються на розпилювальних сушильних установках зі змішаною подачею повітря. Конструктивно ці диски влаштовані так, що є можливість заміни соплових вставок, оскільки в процесі експлуатації вони зношуються. Особливо велике зношування соплових вставок спостерігається при сушінні молочних продуктів, що мають у своєму складі кристалізовану лактозу.



**Рис. 5.36. Відцентровий диск із сопловими трубками:**

1 – корпус; 2 – кришка; 3 – соплова трубка; 4 – гайка



Для збільшення терміну служби соплові вставки доцільно виготовляти з високоякісної сталі. Найбільш поширені конструкції каналних дисків, подані на рис. 5.37.

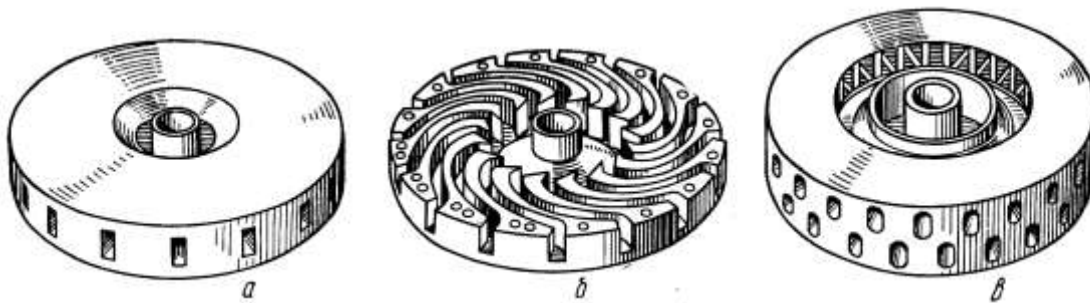


Рис. 5.37. Канальні відцентрові диски:

а – одноступеневі з прямолінійними каналами; б – одноступеневі з криволінійними каналами; в – двоступеневі з прямолінійними каналами

Одноступеневі диски з прямокутними каналами (рис. 5.37. а) отримали деяке поширення для одержання сухих молочних продуктів. Ці диски прості в експлуатації і надійні в роботі. Досить значна величина поверхні змоченого периметра дисків з прямокутними каналами досягається шляхом збільшення їх кількості й висоти.

Диск, представлений на рис. 5.38. б, має вигнуті канали, що дозволяє знизити концентрацію повітря в частинках сухого молока. Отримане при використанні цих дисків сухе незбиране молоко володіє підвищеною на 7–10 % насипною вагою порівняно з продуктом, виробленим з використанням дисків із радіальними каналами.

Застосування диска, схематично зображеного на рис. 5.38. в, дозволяє досягати високу продуктивність при збереженні якості розпилювання і без зміни діаметра диска та його частоти обертання.

На сьогодні серед багатоступеневих дисків все більше поширення одержують диски, у яких кожна ступінь має самостійну приймальну камеру для продукту, їх називають багатокамерними.

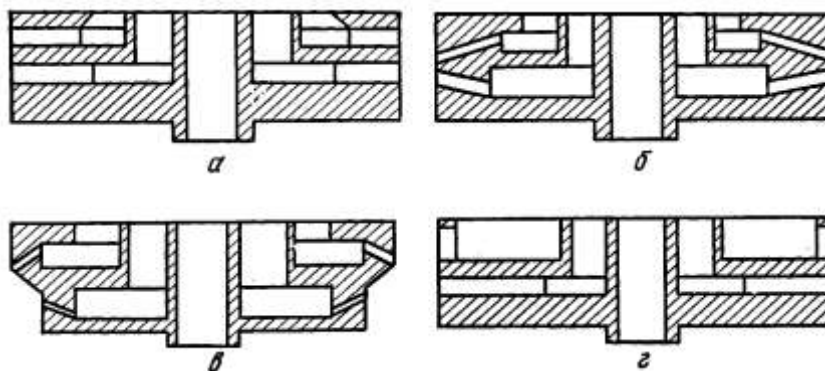
Схеми найбільш характерних двокамерних дисків зображені на рис. 5.38. Представлений диск (рис. 5.38. а) є найбільш простим у конструктивному

відношенні серед багатокамерних. Областю застосування даної конструкції може бути отримання сухих багатокомпонентних молочних продуктів у тому випадку, коли змішування окремих компонентів перед сушінням небажано. Такими продуктами можуть бути, наприклад, сухі сироваткові концентрати, які отримують із підсирної сироватки і знежиреного молока. Змішування цих продуктів перед розпиленням викликає коагуляцію білків знежиреного молока і приводить до погіршення якості готового продукту.

За допомогою диска (рис. 5.38. б) можна регулювати конфігурацію факелу розпилення в сушильній вежі шляхом надання вихідним каналам відповідного нахилу щодо горизонтальної площини. Іншою можливою сферою використання даної конструкції диска є здійснення перетинання факелу розпилення різних ступенів, що збільшує ймовірність зіткнення частинки в цих факелах.

Диск, зображений на рис. 5.38. в, дозволяє завдяки різним діаметрам диска утворювати взаємноперетинаючі факели розпилювання частинок із різною дисперсністю, а отже, і вологістю.

Диск, зображений на рис. 5.38. г, призначений для сумісного розпилювання рідкого й сухого порошкоподібного продукту. Звичайно диски такої конструкції використовуються для сумісного розпилювання згущеного молока й частинок циклонної фракції сухого молока.



**Рис. 5.38. Принципові схеми двокамерних дисків:**

а – звичайний двокамерний диск; б – з нахиленими каналами; в – з різним діаметром ступенів; г – для сумісного розпилення рідкого продукту і частини сухого продукту

Принцип дії механічних форсункових розпилювачів побудований на принципі викидання рідини під високим тиском через отвір невеликого розміру. За конструктивними ознаками механічні форсунки поділяють на струменеві і відцентрові форсунки.

У струменевих форсунках сопла бувають циліндричними й конічними. Із сопла під тиском викидається осесиметричний струмінь із невеликим кутом розкриття факела розпилювання. Струменеві форсунки не отримали широкого застосування в техніці сушіння молочних продуктів, оскільки вони не забезпечують необхідну дисперсність розпилення рідини.

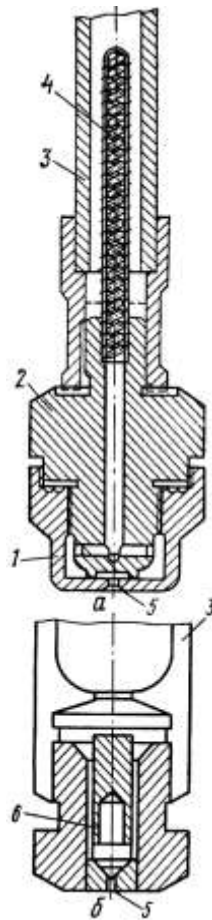
Відцентрові форсунки, на відміну від струменевих, забезпечуються завихрювачами потоку, у яких рідина закручується. У результаті того, що рідина рухається під тиском, вона отримує обертовий рух перед поступленням у сопло, що сприяє формуванню конусоподібного факела розпилювання необхідної дисперсності. Цей тип форсунок створює факел розпилення у вигляді порожнього конуса і найбільш придатний для розпилювання молока і молочних продуктів, що володіють порівняно невисокою в'язкістю.

Найбільш поширені типи відцентрових механічних форсунок подані на рис. 5.39. У форсунку (рис. 5.39. а) згущене молоко подається під тиском до 245·10 Па. Подібні форсунки знайшли застосування в розпилювальних сушильних установках невеликої продуктивності. Сопловий канал у цих форсунках через недостатню міцність металу піддається значній ерозії, що погіршує якість розпилювання. Цього недоліку не має форсунка, схема якої наведена на рис. 5.39. б. Сопло і завихрювач виготовлені із твердого сплаву.

Перед подачею рідини у відцентрові механічні форсунки здійснюється ретельна її фільтрація. Незважаючи на це, тривалість безупинної роботи форсунки відносно невисока, оскільки порівняно швидко забивається. Тому сушильні установки забезпечуються колекторами швидкознімальних форсунок.

У пневматичних форсунках подрібнення рідини здійснюється під дією високошвидкісного потоку газу. Прийнято поділяти пневматичні форсунки на

низьконапірні, що працюють при створенні надлишкового тиску газу до 10 КПа, і високонапірні з надлишковим тиском вище 10 КПа.



**Рис. 5.39. Відцентрові механічні форсунки:**

а – з фільтром; б – з робочими елементами із твердого сплаву; 1 – ковпачок; 2 – корпус; 3 – патрубок для подавання продукту; 4 – фільтр; 5 – сопло; 6 – завихрювач

Крім того, пневматичні форсунки поділяють на форсунки внутрішнього й зовнішнього змішування. Перший тип характеризується тим, що змішування продукту й потоку газу здійснюється в корпусі форсунки. Другий тип характеризується змішуванням потоків поза корпусом форсунки.

Залежно від конструкції форсунки струмінь рідини може знаходитися всередині газового потоку, що обдуває, або у вигляді кільцевої плівки по його периферії. По відношенню до потоку газу струмінь рідини може розташовуватися перпендикулярно, під деяким кутом або паралельно.

Пневматичні форсунки володіють незначним зношенням і мало піддаються засміченню через великий поперечний переріз отвору для виходу продукту.

Рідина у пневматичних форсунках рухається зі швидкістю до 3 м/с і подрібнюється на краплі потоком газу, що рухається зі швидкістю 50–300 м/с. На розпад струменя при пневматичному розпиленні основний вплив мають властивості розпорошення продукту, товщина плівки рідини й параметри газового потоку. При цьому структура розпорошеного продукту практично не змінюється, що дуже важливо при сушінні молока з різного виду добавками, які себе позитивно зарекомендували при висушуванні молочно-картопляного пюре.

Сушильна вежа є одним з основних вузлів розпилювальних сушильних установок. Саме в сушильних вежах відбувається процес сушіння. На даний час є велике розмаїття конструкцій сушильних веж вертикального й горизонтального типів. Сушильні вежі вертикального типу являють собою циліндричну камеру або камеру, що має форму циліндра й конуса, з'єднаних підставками. Сушильні вежі горизонтального типу являють собою короб, верхня частина якого має прямокутну форму. Нижня частина має трикутну форму.

У сучасних сушильних установках внутрішній кожух сушильної вежі виготовляється з листової нержавіючої сталі.

У деяких сушильних установках, наприклад, корпус вежі виготовляється з бетону, а облицювання її внутрішньої поверхні виконується із пластмаси. Зовні сушильні вежі сучасних установок обшиваються полірованим алюмінієм, нержавіючою сталлю або пластмасою. Для зменшення теплових втрат між внутрішнім і зовнішнім кожухами сушильних веж міститься ізоляція зі скляної або азбестової вати.

На деяких заводах розпилювальні сушильні установки розташовують поза виробничими спорудами. Сушильні вежі таких установок забезпечуються збільшеним шаром ізоляції.

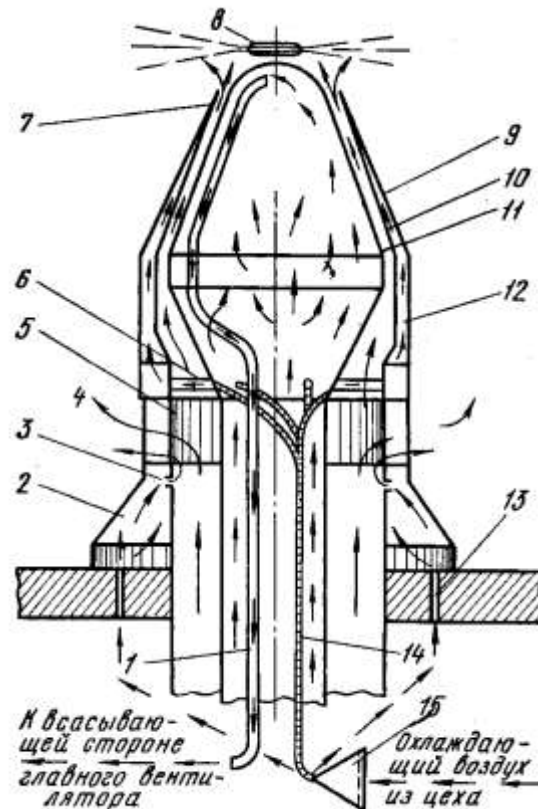
Для зменшення налипання молочного порошку на внутрішніх поверхнях сушильних веж застосовують спеціальні пристрої. З метою звільнення поверхні сушильних веж від шару сухого продукту застосовують різні скребкові механізми, локальне або загальне обдування внутрішніх поверхонь, а також прогрівання внутрішніх поверхонь до температур, що перевищують температуру повітря, яке обдуває ці поверхні. Але у цьому випадку варто враховувати можливу небезпеку нагрівання і погіршення якості молочного порошку, що контактує з нагрітою поверхнею. У практичних умовах температуру поверхонь, що обігриваються, недоцільно підвищувати понад 80–85 °С.

Повітророзподільні і повітровідвідні пристрої визначають рівномірне та інтенсивне розподілення повітря в сушильній вежі. Ефективність сушіння залежить насамперед від рівномірного розподілу сушильного агента у всьому перерізі вежі і, що особливо важливо, швидкого змішування його з частинками продукту. Інтенсивність змішування повітря з частинками має важливе значення у зв'язку з тим, що час перебування частинки продукту в сушильній вежі невеликий.

Тривалий час застосовуються в молочній промисловості сушарки «Краузе». На рис. 5.40. представлена принципова схема модернізованого повітророзподільного пристрою сушарки цього типу. Гаряче повітря, що надходить із калорифера, розділяється у повітророзподільнику на два потоки. Основний потік виходить із кільцеподібної щілини, розташованої в нижній частині повітророзподільника. За допомогою змонтованих у кільцеподібних щілинах жалюзі 5 потік повітря закручується. Інша частина повітря виходить із верхньої кільцеподібної щілини, розташованої трохи нижче розпилювального диска 8.

Очищене за допомогою фільтра 15 охолоджене повітря, що забирається із приміщення цеху, через шість металевих шлангів 14 поступає в патрубки 6, з яких попадає у кільцевий простір між середнім 10 і зовнішнім 9 кожухами та викидається потім через кільцеподібну щілину 7 у сушильну вежу. Підведення

охолоджуючого повітря забезпечує охолодження зовнішньої поверхні верхнього кожуха. Нижній кожух 2 охолоджується шляхом підведення охолоджуючого повітря, яке подається патрубками 13 і поступає у сушильну вежу через отвір 3. Крім цього, для охолодження парової турбіни частина повітря подається під внутрішній кожух 11 і по трубі 1 проходить до всмоктуючої сторони головного вентилятора.



**Рис. 5.40. Принципова схема модернізованого повітророзподільчого пристрою сушарки «Краузе»:**

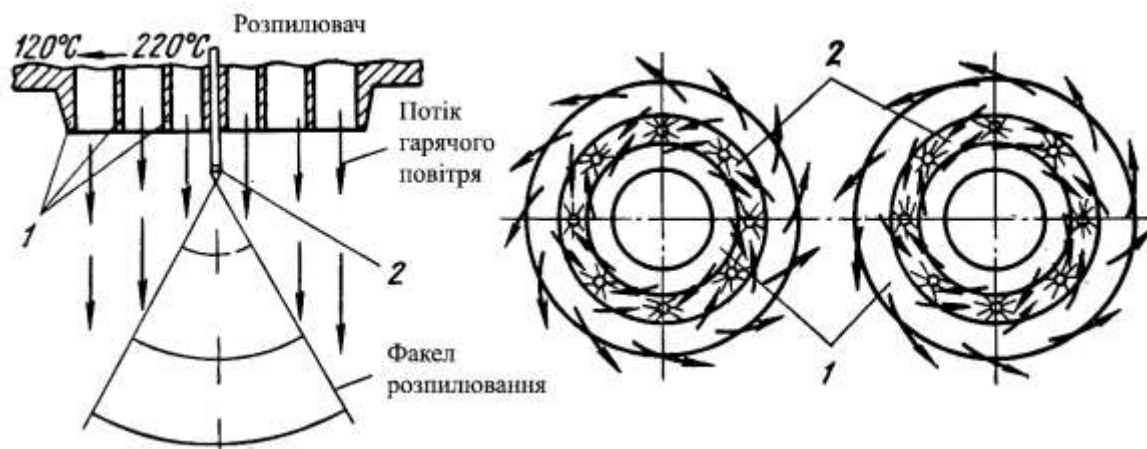
1 – труба діаметром 50 мм для відсмоктування повітря від турбіни; 2 – нижній кожух; 3 – чотири отвори діаметром 25 мм по колу для виходу охолоджуючого повітря з-під нижнього кожуха; 4 – потік гарячого повітря в камеру сушарки; 5 – жалюзі; 6 – шість патрубків діаметром 50 мм по колу; 7 – щілини в середньому кожуху для виходу охолоджуючого повітря; 8 – розпилювальний диск; 9 – зовнішній кожух; 10 – середній кожух; 11 – внутрішній кожух; 12 – охолоджуюче повітря між зовнішнім і середнім кожухами; 13 – чотири патрубки діаметром 25 мм для підведення охолоджуючого повітря під нижній кожух; 14 – шість металевих шлангів діаметром 20 мм для підведення охолоджуючого повітря у простір між зовнішнім і середнім кожухами; 15 – фільтр

На даний час поширені повітророзподільні пристрої для подання в сушильну вежу гарячого повітря температурою 200–250 °С.

Відомо, що з підвищенням температури вхідного повітря підвищується ефективність сушильної установки.

Застосування теплоносія більш високої температури дозволяє зменшити кількість повітря, необхідного для сушіння, і знизити експлуатаційні витрати. Сушильні установки, що мають такі розподільники повітря, відрізняються меншими розмірами розпилювальних веж і допоміжних пристроїв.

На рис. 5.41. схематично зображена принципова схема повітророзподільчів для подання повітря з високою температурою. Характерною його особливістю є зонована подача сушильного агента в розпилювальну вежу. У зону контакту сушильного агента і факела розпилювання рідкого продукту подають повітря температурою близько 220 °С. У зони, далекі від розпилювального пристрою, поступає повітря температурою 120 °С. При використанні такого повітророзподільвача температура в зоні сушіння продукту становить 60 °С.



**Рис. 5.41. Повітророзподільник для подачі повітря з високою температурою:**

1 – елементи повітророзподільника; 2 – форсунка

Основні розрахунки й аналіз пристроїв для розпилювання продукту і сушильної вежі включають визначення площі поверхні, кількості і розміру частинки рідини, швидкості руху частинки і співставлення її зі швидкістю повітря, дальності польоту частинок, розрахунок споживаної потужності і



розмірів сушильної вежі, щільності зрошення рідини, межі зневоднювання продукту, витрати повітря і пари, термічного коефіцієнту розпилювальних сушильних установок, аналіз самозаймання і вибухонебезпеки сухого продукту у сушильній вежі.

Пристрої для вивантаження продукту із сушильної вежі є дуже різноманітними, що зумовлено конструкцією сушильних веж, головним чином формою і розмірами нижньої частини вежі, де можливе скупчування готового сухого продукту.

Незалежно від типу сушильних веж і пристроїв для вивантаження готового продукту до останніх висувають певні вимоги. Основа цих вимог полягає в тому, щоб вони негативно не впливали на готовий продукт і не руйнували його структури. Крім того, ці пристрої повинні повністю вивантажувати продукт, щоб не допускати утворення його розташування.

Пристрої для вивантаження сухого продукту із вежі можна розділити на скребкові, пневматичні, оснащені стрічковим або вібраційним транспортером і гравітаційні.

У скребкових пристроях по дну вежі обертаються вільно насаджені на штанги шкребки, що представляють собою прямокутні пластини. При обертанні шкребки пересувають сухий продукт до отвору, через які продукт попадає в бункер або безпосередньо на транспортний пристрій, що відводить його на подальшу обробку. Застосовуються скребкові пристрої в сушильних баштах, які мають плоске дно. Вони використовуються також у вежах, дно яких має невеликий нахил (не більш  $45^\circ$ ). Пристрої цього типу найбільш придатні для вивантаження малогігроскопічних молочних продуктів з невисокою концентрацією жиру.

Пневматичні пристрої, принцип дії яких ґрунтується на відсмоктуванні молочного порошку, що осів на дно сушильної камери, придатні для багатьох видів сухих молочних продуктів. Разом з тим, вони не рекомендуються для вивантаження агломерованих і високожирних сухих продуктів. Як правило,

пневматичні пристрої застосовують у вежах, дно яких має невеликий ( $9-12^\circ$ ) кут нахилу, що утворює конус до горизонтальної площини.

Пристрої для вивантаження, оснащені стрічковим або вібраційним транспортером для усунення молочного порошку із сушильної вежі, не отримали широкого застосування в техніці сушіння молочних продуктів. Але ці пристрої придатні для використання в подальшому для видалення із сушильної камери практично усіх видів сухих молочних продуктів. Вони мало впливають на структуру порошку, а також дозволяють здійснювати на цій стадії додаткові процеси обробки продукту, його охолодження, агломерації і т.д.

Гравітаційні пристрої представляють собою конічне дно сушильної вежі. У цьому випадку воно повинно мати великий кут нахилу ( $60^\circ$  і більше), щоб утворювати конус до горизонтальної площини. Їхньою перевагою є можливість усунення із сушильної вежі практично усіх видів сухих молочних продуктів, отримання додаткового циклонного ефекту у сушильній камері, а також порівняно проста конструкція установки.

При гравітаційному вивантаженні продукту в конічному дні вежі обов'язково повинен бути встановлений шибер для випуску сухого продукту.

Найбільш широке поширення серед подібних затворів отримали шлюзові (рис. 5.42.). Робочим елементом цих затворів є барабан, розташований всередині нерухомого корпусу. Обертання лопаток барабану здійснюється від електродвигуна, оснащеного редуктором.

Пристрої для обробки сухого молока при виході із сушильної вежі входять у комплект сучасних розпилювальних сушильних установок. До числа таких пристроїв відносяться вібраційні апарати (віброапарати). В установках, призначених для виробництва звичайних видів сухих молочних продуктів, використовуються віброапарати, призначені для просіювання й охолодження молочного порошку (віброохолоджувачі). Установки, призначені для одержання агломерованих сухих молочних продуктів, оснащуються вібраційними конвективними сушарками для досушування й охолодження

молочного порошку (інстантайзерами), конструкція яких дозволяє здійснювати зоноване регулювання температури і швидкості газу.

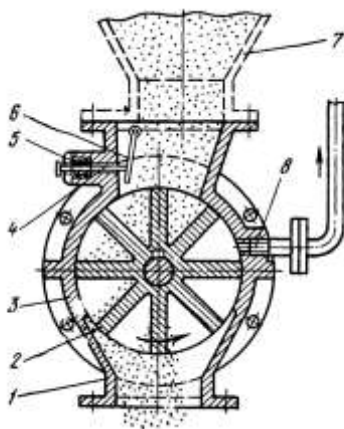


Рис. 5.42. Шлюзовий засув:

1 – розвантажувальний патрубок; 2 – крильчастий барабан; 3 – корпус засуву; 4 – штифт; 5 – пружина; 6 – шкребок; 7 – приймальний патрубок; 8 – труба для вирівнювання тиску у комірці барабану й апарату.

У віброохолоджувачах і інстантайзерах продукт знаходиться в стані віброкиплячого шару, що дозволяє не тільки інтенсифікувати процеси термічної обробки молочного порошку, але і проводити одночасне його транспортування, внесення добавок різного виду й інші операції.

Усі віброапарати, застосовувані для обробки молочного порошку, поділяють на дві групи. До першої групи відносять апарати, у яких частота збудника коливань трохи вища або нижча від власної частоти коливань (апарат працює у режимі, близькому до резонансних коливань), а до другої – апарати, що працюють з надкритичною частотою (апарат працює в режимі зарезонансних коливань). Зазначений тип апаратів у останні роки одержує більше поширення.

Найбільш простими віброапаратами, призначеними для просівання, є сита, які дозволяють відділяти грудки сухого продукту.

Широкого поширення у молочній промисловості набуло вібраційне сито СВ-0,9, що складається із циліндричного корпусу з набором сит, який вільно коливається на циліндричних пружинах у режимі зарезонансних коливань.

Коливання циліндричного корпусу створює вібратор, що приводиться в дію електродвигуном через клинопасову передачу. Продукт поступає на просіювання через центральний отвір, що знаходиться в кришці корпусу. Для вивантаження продукту встановленого гранулометричного складу на рівні сит у бічній поверхні корпусу передбачені патрубки. Площа, яку просіває поверхня одного сита, становить 0,6 м<sup>2</sup>.

За способом теплопередачі віброапарати поділяють на установки конвективного і кондуктивного типів. Найбільш широке поширення в техніці сушіння молочних продуктів отримали апарати конвективного типу.

Принципова схема прямохідного інстантайзера фірми «Ніро-Атомайзер» (Данія), що працює в режимі дорезонансних коливань, представлена на рис. 5.43. У нерухомому корпусі інстантайзера є три вібруючі лотки, закриті зверху перфорованими пластинами, по них рухається молочний порошок, який подається із сушильної вежі. У пластинах у шаховому порядку розташовані отвори. Пластини з'єднані між собою еластичними прокладками, що дозволяє продукту безперешкодно рухатись по них. Лотки, на яких кріпляться пластини, знизу мають патрубки, що з'єднуються гнучкими трубами з повітроводом, по якому подають гаряче або холодне повітря залежно від призначення лотка.

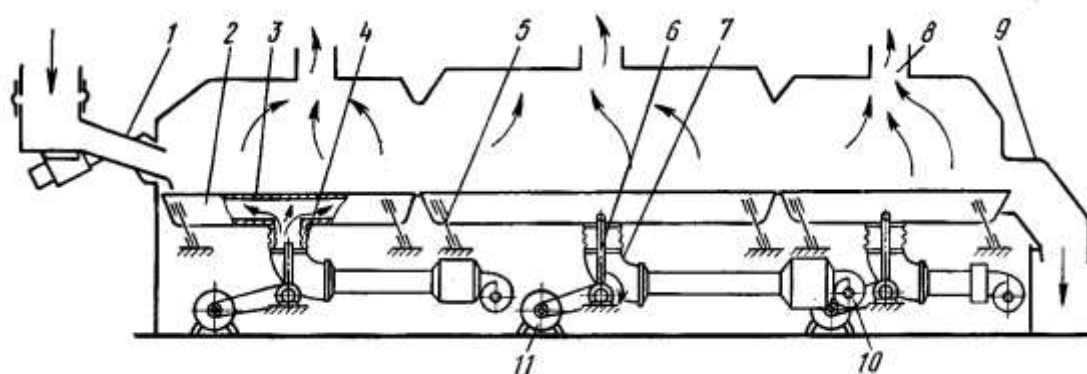


Рис. 5.43. Принципова схема прямохідного інстантайзера:

1 – завантажувальний бункер; 2 – вібруючий лоток; 3 – перфорована пластина; 4 – гнучке з'єднання; 5 – пружна пластина; 6 – тяга; 7 – патрубок; 8 – патрубок для відведення повітря; 9 – патрубок для вивантаження готового продукту; 10 – вентилятор; 11 – електродвигун

Продукт по лотках рухається поступально завдяки вібрації і куту їх нахилу ( $1,5^\circ$ ). Швидкість руху продукту по лотках залежить від амплітуди і частоти вібрацій. При її збільшенні швидкість руху молочного порошку зростає. На інстантайзерах даної конструкції частота вібрації не повинна перевищувати 9–10 Гц. При перевищенні зазначеної межі можливе швидке руйнування робочих елементів апарата.

Кожний лоток вентилятором продувається повітря, у верхній частині інстантайзера патрубки 8, з'єднані з повітроводом для усунення відпрацьованого повітря і дрібних частинок продукту. Продукт із інстантайзера вивантажується через спеціальний патрубок 9.

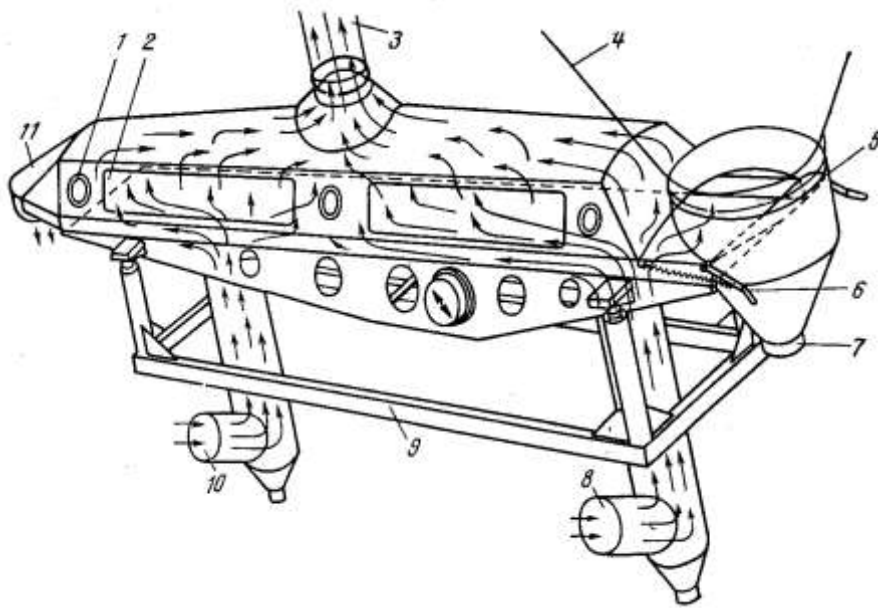
Вологий порошок із сушильної вежі поступає на першу перфоровану пластину і переміщається на ній внаслідок вібрації лотка. Крізь отвори у пластині шар продукту продувається гарячим повітрям температурою  $70\text{--}80^\circ\text{C}$ . При цій температурі частинки поступають на другу пластину, крізь отвори якої продувається повітря температурою  $100\text{--}110^\circ\text{C}$ . На другій пластині частинки молока досушуються до стандартної вологості. Далі частинки поступають на останню пластину, крізь яку продувається холодне повітря, охолоджене за допомогою льодяної води до температури  $10\text{--}12^\circ\text{C}$ . На останній пластині частинки сухого продукту охолоджуються до температури  $25^\circ\text{C}$ .

До недоліків розглянутого інстантайзера відносять складність конструкції, втрати продукту, значну трудомісткість очищення і миття.

У конвективних віброапаратах (рис. 5.44.) із зарезонансною частотою коливань здійснюються досушування й охолодження молочного порошку. Залежно від призначення у віброапарат може подаватися повітря з відповідною температурою.

#### ***5.2.4. Пристрої для транспортування сухого продукту***

Пристрої для транспортування сухого продукту в розпилювальних сушильних установках – це пневмотранспортні лінії, стрічкові, скребкові, гвинтові (шнекові) транспортери і т.д.



**Рис. 5.44. Конвективний віброапарат:**

1 – інспекційний люк; 2 – дверцята для очищення; 3 – патрубок для відводу відпрацьованого повітря; 4 – сушильна камера; 5 – перехідник; 6 – перемикач; 7 – патрубок пневмотранспортної лінії; 8 – патрубок для підведення повітря із приміщення цеху; 9 – вібропривід; 10 – патрубок для підведення охолодженого повітря; 11 – патрубок для вивантаження готового продукту

У пневмотранспортних лініях переміщення продукту здійснюється потоком повітря, яке рухається у трубопроводі з визначеною швидкістю і захоплює частинки продукту. Пневмотранспортні лінії використовуються для усунення молочного порошку із сушильних веж, для подання його в бункера проміжного зберігання, міжцехового транспортування і повернення дрібних фракцій молочного порошку в сушильну вежу. Широке поширення одержало охолодження молочного порошку у пневмотранспортних лініях низького тиску повітрям, що забирається безпосередньо із приміщення цеху або попередньо охолодженого.

До переваг пневмотранспортних ліній відносять беспилукову роботу, порівняльну простоту конструкції, відсутність рухомих робочих елементів, що дотикаються з молочним порошком, можливість транспортування порошку на великі відстані і його охолодження в ході транспортування.

До недоліків пневмотранспортних ліній відносять труднощі їх використання для транспортування жировмісних сухих молочних продуктів, а

також з підвищеною вологістю і схильних до злипання, порівняно висока витрата енергії, необхідність очищення відпрацьованого повітря, погіршення структури більшості видів сухих молочних продуктів у процесі пневмотранспортування.

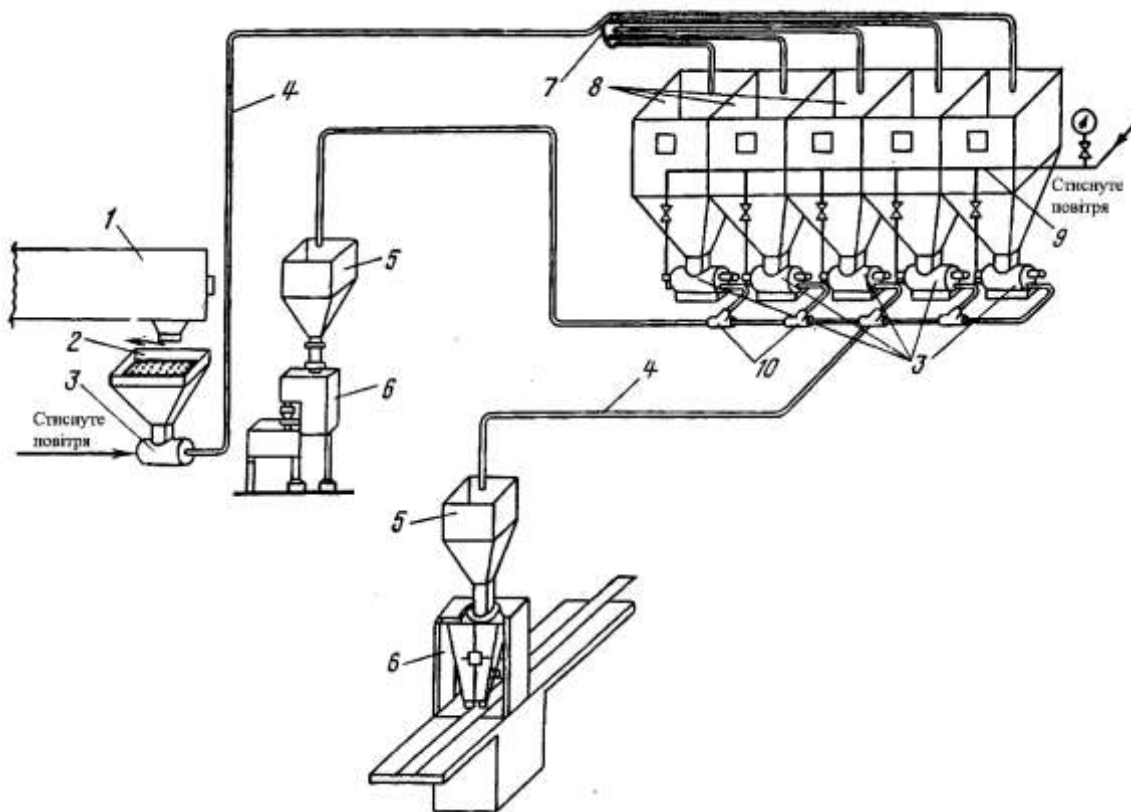
Пневмотранспортні лінії за величиною тиску (розрідження) поділяють на наступні групи: з низьким, середнім і високим тиском.

У пневмотранспортних лініях низького тиску різниця між зменшеннями тиску в системі складає менше 8 кПа. Необхідний тиск створюється відцентровими вентиляторами. Робота пневмотранспортних ліній цієї групи характеризується низькою концентрацією суміші (0,1–4,0 кг/кг повітря), великою кількістю повітря, що витрачається і його високою швидкістю (20 м/с і більше). Внаслідок цього на практиці пневмотранспортні лінії низького тиску характеризуються великим діаметром продуктопроводу (0,1–0,2 м і більше) і потребують пристроїв великих розмірів для очищення відпрацьованого повітря.

Концентрація суміші в аерозольнотранспортних лініях продукту становить 20–200 кг/кг повітря, швидкість руху повітря звичайно коливається від 4 до 7 м/с. Аерозольнотранспортні лінії характеризуються порівняно невеликим діаметром продуктопроводів (0,03–0,08 м).

На рис. 3.45. представлена принципова схема аерозольнотранспортної лінії, продуктивність якої близько 900 кг/год., а довжина 50 м. Сухе молоко, виведене шнеком із сушильної вежі, поступає на вібраційне сито. Після просіювання молочний порошок поступає в шлюзовий збірник, з якого за допомогою стиснутого повітря тиском  $(0,5-0,9) \cdot 10^4$  Па подається в транспортуєчий трубопровід діаметром 0,05 м.

Одним із різновидів пневмотранспортної лінії є аерожолоб, принцип дії якого ґрунтується на аерації шару молочного порошку повітрям, що подається через пористу перегородку. При цьому частинки порошку отримують легку рухливість, що дозволяє забезпечити рух шару порошку в жолобі при невеликому нахилі.



**Рис. 5.45. Принципова схема аерозольнотранспортної лінії:**

1 – шнек сушильної башти; 2 – вібраційне сито; 3 – шлюзи-нагромаджувачі; 4 – трубопровід діаметром 50 мм із нержавіючої сталі; 5 – проміжний бункер; 6 – фасувальні машини; 7 – кран-перемикач (п'ятиходовий); 8 – бункери для зберігання сухих молочних продуктів; 9 – трубопровід для стисненого повітря; 10 – перемикачі

Аерозолоб виготовляється звичайно з окремих секцій. За висотою він поділяється на верхню й нижню частини, між якими встановлена пориста перегородка 4, у нижню частину аерозолоба вентилятором нагнітається холодне повітря під тиском  $(30-50) \cdot 10^2$  Па. У якості перегородки використовується пориста кераміка або багатошарова технічна тканина.

Повітря, що проходить через перегородку, аерує шар продукту 3, що знаходиться на ній. Молочний порошок стає текучим і переміщується до місця вивантаження. Відпрацьоване повітря відсмоктується у циклон або виділяється через фільтр. При транспортуванні й охолодженні продукту в аерозолобах витрату повітря на  $1 \text{ м}^2$  пористої перегородки рекомендується підтримувати приблизно на рівні  $100 \text{ м}^3/\text{год.}$  при тиску  $49 \cdot 10^2$  Па.



Пристрої для повернення циклонної фракції в сушильну установку змонтовані на розпилювальних сушарках, де використовується повернення й напилення дрібних частинок молочного порошку, відокремлених у циклонах на факел розпилу згущеного молока в сушильній вежі.

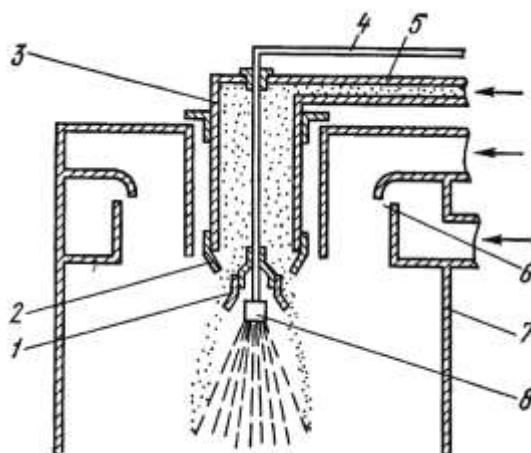
Сухе молоко, одержане з використанням циклонних фракцій, відрізняється від звичайного агломерованою структурою, кращою сипучістю і меншою схильністю до так званого «вільно утворення».

На даний час отримали поширення декілька пристроїв для повернення циклонної фракції у сушильну вежу.

На рис. 5.46. показано пристрій для напилювання циклонної фракції у форсунковій сушильній установці фірми «Морінага» (Японія). Згущене молоко по трубопроводу подається в механічну форсунку, встановлену коаксіально до циліндричного корпусу вертикальної сушильної камери. По повітропроводу в корпус вузла напилення подаються часточки циклонної фракції сухого молока. Напилення частинок циклонної фракції на факел розпилу частинок згущеного молока регулюється встановленням певного просторового положення насадки й відбивача. Потім вони захоплюються гарячим повітрям, що виходить із кільцевого повітророзподільвача, в якому передбачена подача холодного повітря через кільцеву щілину з метою виключення перегрівання порошку на стінках сушильної камери.

В останніх типах своїх розпилювальних сушарок фірма «Ніро-Атомайзер» (Данія) використовує повернення циклонних фракцій у сушильну вежу через корпус розпилювача. Принципова схема пристрою для введення циклонної фракції у сушильну вежу даним способом наведена на рис. 5.47. Циклонна фракція молочного порошку через патрубок 2, змонтований всередині корпусу розпилювача 1, тангенціально поступає в кільцеподібну камеру, обмежену знизу пластиною 3. Зазор між пластиною й корпусом можна змінювати. Суха циклонна фракція, що виходить з розпилювача, змішується з розпиленими частинками рідкого продукту, що надходять через розподільник 5. При цьому відбувається процес агломерації частинок. Повітря, яке надходить

на охолодження корпусу розпилювача, через канал 4 виходить у простір між розпилювальним диском і корпусом розпилювача, що запобігає можливості відсмоктування частинки продукту із сушильної камери в цю зону.



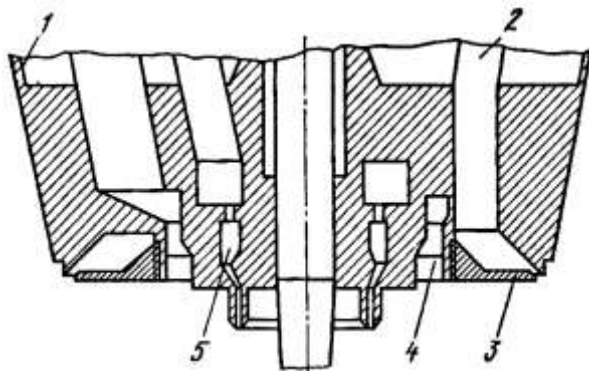
**Рис. 5.46. Схема пристрою для наплення у сушильній установці з форсунковим розпилювачем (сушильна установка фірми «Морінага»):**

1 – відбивач; 2 – насадка; 3 – корпус вузла наплення; 4 – трубопровід; 5 – повітророзподільник; 6 – кільцева щілина; 7 – сушильна камера; 8 – форсунка

Застосовують пристрої для повернення циклонної фракції, у яких вона поступає в спеціальні багатоступеневі розпилювальні диски. За допомогою зазначених дисків у сушильній камері здійснюється сумісне розпилення частинок циклонної фракції молочного порошку і згущеного молока.

Пристрої для очищення повітря, яке поступає у сушильну вежу, застосовують у зв'язку з тим, що сушильний агент повинен надходити у сушильну вежу очищеним. Він не повинен містити ніяких механічних домішок (пилу) і шкідливих газоподібних речовин, здатних перейти у продукт. У молочній промисловості в якості агента, використовується майже винятково повітря, що забирається з навколишнього середовища. У зв'язку з тим, що заводи по виробництву сухого молока розташовуються, як правило, далеко від хімічних і інших виробництв, необхідність в очищенні повітря від шкідливих газоподібних речовин відпадає. Очищення повітря від механічних домішок необхідне. У якості пристроїв для очищення повітря, яке поступає в сушильну

вежу через калорифери, найчастіше використовують різного роду фільтри, названі пилоуловлювачами.



**Рис. 5.47. Принципова схема пристрою для подачі циклонної фракції у сушильну башту методом фірми «Ніро-Атомайзер» (Данія):**

1 – корпус розпилювача; 2 – патрубок; 3 – пластина; 4 – канал для виходу холодного повітря; 5 – розподільник

Широке поширення в техніці сушіння молочних продуктів отримали касетні фільтри. У більшості фільтрів цього типу фільтруючі перегородки промаслюються. У якості фільтруючих перегородок використовують гофровані металеві пластини або сітки, перфоровані металеві або вінілпластові листи, а також набивання зі скляних або синтетичних волокон. Ефективність очищення повітря в зазначених фільтрах залежить від якості промаслення й властивостей використовуваної олії.

Один із найбільш поширених у молочній промисловості типів фільтрів для уловлювання пилу приведений на рис. 5.48. Кожна секція 1, яких у фільтрі декілька, складається із хвилястих перфорованих пластинок 4. Повітря, проходячи через фільтр, робить зигзагоподібний рух. Усі механічні домішки осідають на тонкому шарі вісцинової олії, нанесеної на пластинки.

Знаходять застосування металеві фільтри, у яких фільтрувальна секція – плоский ящик, наповнений дрібними металевими кільцями або стружкою.

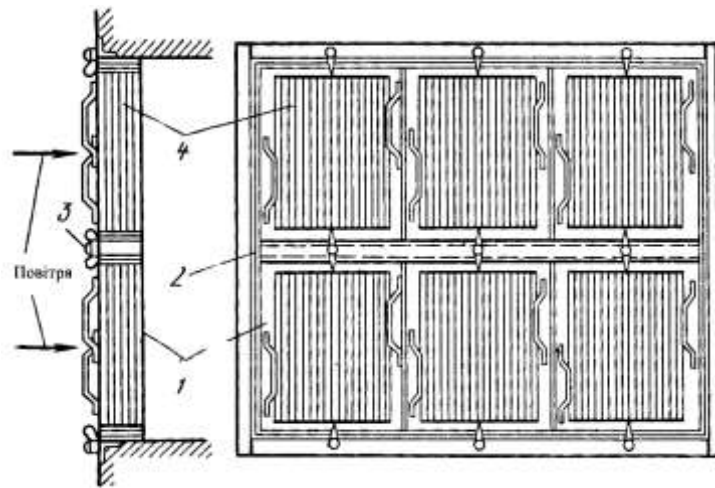


Рис. 5.48. Фільтр для уловлювання пилу:

1 – секція; 2 – рама; 3 – гвинтове кріплення; 4 – пластинки

Пристрої для очищення відпрацьованого повітря можуть бути класифіковані на такі основні види: фільтри тканинні, циклони і жалюзійні очисники (жалюзі), мокрі фільтри, електростатичні фільтри, ультразвукові фільтри.

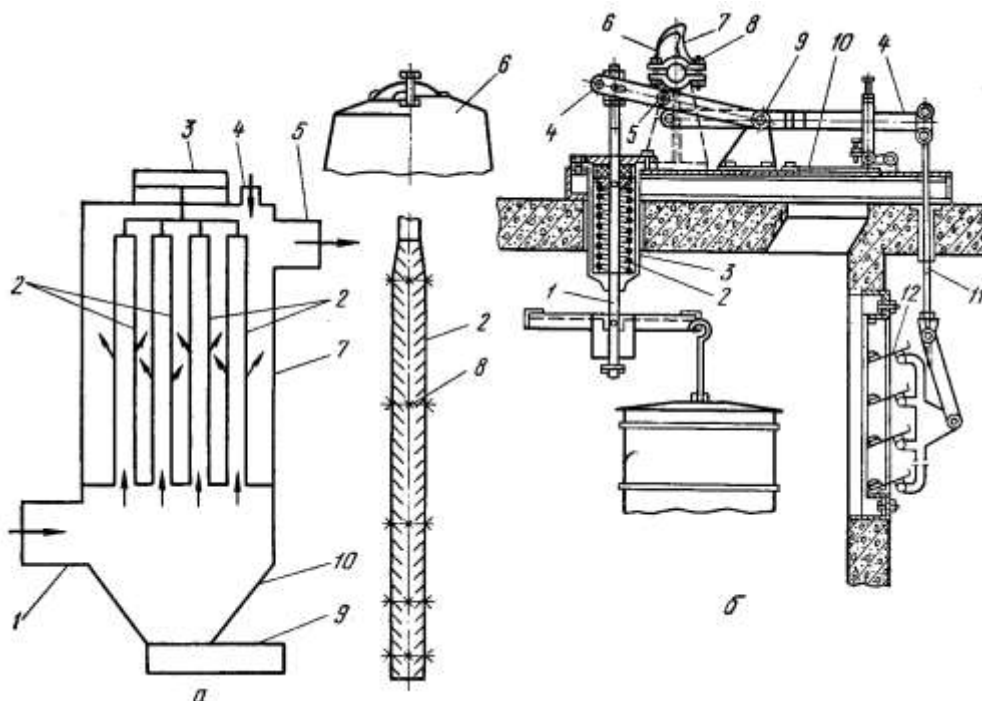
Правильне функціонування пристроїв для очищення багато в чому визначає ефективність роботи всієї сушильної установки.

Для очищення відпрацьованого сушильного агента у деяких розпилювальних установках використовуються тканинні рукавні фільтри. Рукавний фільтр і струшувально-обдувний механізм приведені на рис. 5.49.

Два останні типи очисних пристроїв не отримали поширення в техніці сушіння молочних продуктів і тому не розглядаються. З цієї ж причини не розглянуті жалюзі.

Відпрацьоване повітря із сушильної вежі по повітрепроводу (див. рис. 5.49. а) поступає у нижню частину внутрішніх порожнин тканинних фільтрувальних рукавів. Частинки молочного порошку осідають на внутрішній поверхні рукавів, а очищене повітря по повітропроводу 5 викидається в атмосферу. Шар молочного порошку, що збирається на фільтрах періодично струшується в бункер 10 струшувально-обдувним механізмом 3. Його дія ґрунтується на тому, що кулачок для струшування 6 (див. рис. 5.49. б) натискає

на ролик 5 важеля 4. При опусканні важеля тяга 1 і фільтри також опускаються, а пружина 2 стискується. У той же час кулачок 7 для перекривання жалюзі натискає на важіль 4, протилежний кінець якого, піднімаючись, веде за собою тягу 11. Остання перекриває жалюзі 12 і відкриває кришку 10. Через кришку у фільтр-камеру проникає свіже повітря. Коли ж кулачки 6 і 7 зіскакують із роликів, пружина 2, розтискаючись, струшує фільтрувальні рукави. Струшування здійснюється послідовно в кожному відсіку. Воно поліпшується при проникненні у фільтр-камеру струменя обдуваючого повітря через кришку 10.



**Рис. 5.49. Тканинний рукавний фільтр для очистки відпрацьованого повітря:**

**а** – схема фільтра:

1 – повітропровід із сушильної вежі; 2 – тканинні рукави; 3 – струшуючо-обдувальний механізм; 4 – повітропровід для обдуваючого повітря; 5 – повітропровід для очищеного повітря; 6 – головка рукава; 7 – кожух; 8 – механічні кільця; 9 – шнек; 10 – бункер;

**б** – струшуючо-обдувальний механізм:

1 – тяга фільтрів; 2 – пружина; 3 – патрон пружини; 4 – важелі; 5 – ролик; 6 – кулачок для струшування; 7 – кулачок для перекриття жалюзі; 8 – вал з кулачками; 9 – вал; 10 – кришка; 11 – тяга; 12 – жалюзі

Оскільки в сушарці підтримується невелике розрідження, свіже повітря пронизує тканина тканинних рукавів у напрямку, зворотному потоку відпрацьованого повітря, і фільтри очищаються від молочного порошку. Повітря, що надходить у фільтр-камеру, необхідно попередньо підігріти в калорифері для запобігання можливого охолодження фільтрів і наступної конденсації на них вологи з відпрацьованого повітря.

У рукавних фільтрах чиста тканина виконує, головним чином, функції несучої поверхні, тобто є основою нагромадження на ній шару частинок. Стабільність шару частинки і його газопроникність залежать від гранулометричного розміру й інших властивостей молочного порошку, а також від швидкості фільтрації й виду фільтруючого матеріалу. Для забезпечення надійної роботи рукавних фільтрів необхідно мати великі фільтруючі поверхні, у якості фільтруючого матеріалу можна використовувати вовняні, нітроніві, лавсанові тканини і склотканини. Останні матеріали можуть працювати в широкому діапазоні температур.

Принцип дії циклонів ґрунтується на використанні інерційних сил, що виникають при зміні напрямку руху газового потоку. При цьому частинки, володіючи значною інерцією, зберігають напрямок свого руху і виводяться з потоку.

Циклони отримали найбільше поширення в розпилювальних установках для одержання сухого молока й інших сухих молочних продуктів. Циклон являє собою циліндр, що переходить в нижній частині у конус (рис. 5.50.). У верхній частині циліндричного корпусу циклону є центральний патрубок для відведення очищеного повітря й вмонтований тангенціально патрубок для підведення запиленого повітря. Швидкість потоку повітря у вхідному патрубку становить 20–25 м/с, у вихідному – 3–8 м/с.

Відпрацьоване повітря з частинками сухого продукту тангенціально подається з великою швидкістю в порожнину циклону, де потік повітря набуває обертального руху. Під дією відцентрової сили частинки сухого продукту

відокремлюються й осідають на конусоподібне дно. Очищене повітря виходить через вертикальну трубу, розташовану в центрі верхньої частини циклона.

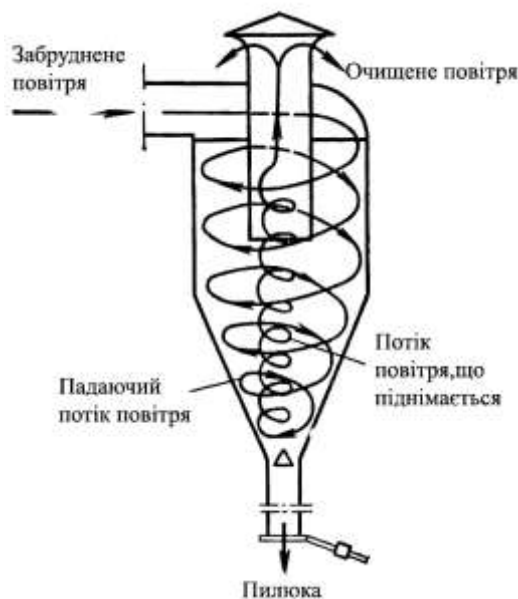


Рис. 5.50. Схема циклону

Кількість порошку, який поступає в циклони, залежить від дисперсності частинок. Чим менший діаметр частинок, тим більше їх поступає в циклони сушарки. При виготовленні сухого знежиреного молока на розпилювальних сушарках спостерігається більш значна потужність циклонів, ніж при одержанні сухого незбираного молока або сухих вершків.

Циклонні фракції сухого молока мають більшу дисперсність, ніж продукт, який вивантажується із сушильної вежі.

На ефективність роботи циклонів у значній мірі впливає наявність підсмоктувань повітря з атмосфери, що викривляють аеродинамічну обстановку в апараті. Підсмоктування повітря може виникати внаслідок негерметичності фланцевих з'єднань і нещільності шлюзових затворів та поставальників, вбудованих під циклоном. Надходження повітря з атмосфери в кількості 10–15 % може привести до повної втрати функції циклону як пилокоосаджувального апарату.

Усі застосовувані на даний час типи циклонів не забезпечують повного очищення відпрацьованого повітря, що виходить із сушарки. Залежно від

аеродинамічних особливостей сушильної вежі і циклонів, швидкості руху сушильного агента, концентрації частинок продукту в повітрі, що надходить у циклони, фізико-хімічних властивостей продукту і його гранулометричного складу, кількість частинок, які виносяться з відпрацьованим повітрям, коливається в широких межах і в окремих випадках може бути значним.

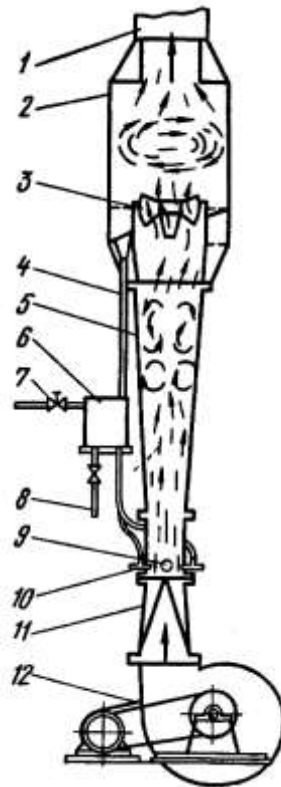
Втрати збільшуються, звичайно, із зменшенням розміру частинки сухого молока, що надходять із відпрацьованим повітрям у циклон. Значні втрати спостерігаються при сушінні знежиреного і незбираного молока при низьких концентраціях згущеного продукту, який поступає на розпилення. При одержанні сухих високожирних продуктів також виникають труднощі внаслідок схильності їх до інтенсивного осадження на стінках циклонів, що погіршує умови роботи останніх і якість продукту. Сприяє зменшенню налипання порошку на стінках їх ізоляція, а також оснащення циклонів обертовими очисними пристроями. При наявності батареї циклонів частка великих частинок, що виносяться, менша, ніж у випадку одного-двох циклонів.

Зниження втрат готового продукту у циклонах можливе за рахунок зменшення кількості продукту, який поступає з відпрацьованим повітрям у циклони, а також завдяки додатковому очищенню повітря, що викидається з циклонів. У мокрих фільтрах вловлювання твердих частинок здійснюється в результаті тісної взаємодії рідини і запиленого повітря. Цей контакт створюється двома способами: розпилюванням рідини (найчастіше продукту, призначеного для сушіння), утворенням рідинних плівок як на стінках пиловловлювача, так і за його обсягом. Рухи рідини і повітря, як правило, протитічні.

На даний час мокрим фільтрам приділяється велика увага при розробці сушильних установок для молочної промисловості. Промислове поширення за кордоном в останні роки почали одержувати встановлювані за циклонами розпилювальних сушарок мокрі фільтри, так звані скрубери Вентурі (рис. 5.51.).



Відпрацьований сушильний агент вентилятором подається у вертикальний патрубок 11, на виході з якого створюється розрідження. У цю зону рідина подається кільцевим колектором, куди вона поступає із збірної бачка, який оснащений підвідним 7 і відвідним 8 патрубками. Рідина, що подається через живильний отвір, розпилюється в трубі Вентурі високошвидкісним потоком повітря.



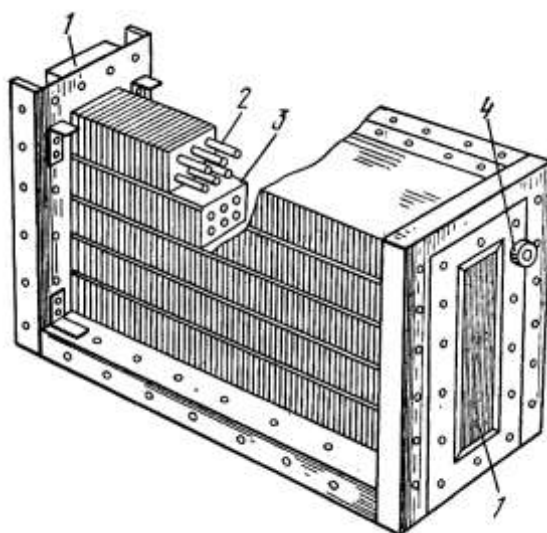
**Рис. 5.51. Принципова схема скруббера Вентурі:**

1 – повітропровід очищеного повітря; 2 – циліндричний корпус; 3 – завихрювач потоку; 4 – трубопровід; 5 – труба Вентурі; 6 – збірний бачок; 7 – трубопровід для підведення рідини; 8 – відвідний патрубок; 9 – живильні отвори; 10 – колектор; 11 – патрубок вхідного повітря; 12 – вентилятор

Осадженню крапель рідини на стінках роздільника сприяє завихрювач потоку. Рідина, що виділяється в роздільнику, по трубопроводу 4 повертається в збірний бачок. Кратність циркуляції рідини можна регулювати. Очищений потік сушильного агента з повітропроводу викидається в атмосферу. Відпрацьоване повітря поступає на очищення при температурі близько 78 °С, а виходить з установки з температурою 42 °С.

Пристрої для нагрівання повітря встановлюють у розпилювальних сушильних установках. До них відносять різного роду калорифери (повітронагрівачі). Серед них найбільше поширення отримали парові й отримують промислове значення вогневі.

Коефіцієнт корисної дії парових калориферів дорівнює 0,97–0,99. Опір руху повітря через переріз такого калорифера порівняно невеликий. Паровий калорифер схематично зображений на рис. 5.52. Пара або конденсат спочатку поступає в простір між трубною решіткою і кришкою – колектор. Потім він розходить по трубах 2, в результаті чого нагріває їх. Від труб тепло передається пластинам 3, привареним до труб. Повітря, проходячи міжтрубний простір чи пластини, сприймає тепло і нагрівається. Сконденсована пара виділяється з калорифера через конденсатовідвідники. Найчастіше секції в калориферах із прямоточною подачею повітря встановлюють послідовно. Повітря, що надходить у калорифер, спочатку проходить секцію, у якій теплоносієм служить конденсат. Далі повітря переходить у секцію, яка нагрівається відпрацьованою паром, і потім у секцію, яка нагрівається гострою паром.

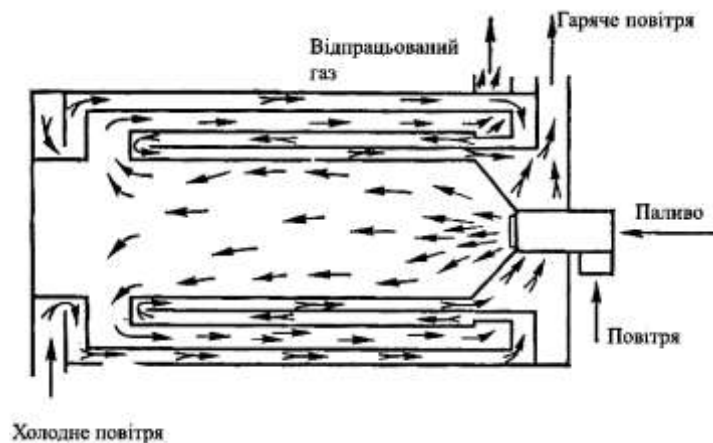


**Рис. 5.52. Паровий калорифер:**

1 – колектор; 2 – теплообмінні трубки; 3 – пластина; 4 – патрубок для підведення пари

Пластинкові калорифери сушарок змішаного типу складаються із трьох секцій. Перша секція нагрівається конденсатом, друга – відпрацьованою парою тиском  $1,2 \cdot 10^3$  Па, що надходить із парової турбіни, третя – гострою парою тиском  $8 \cdot 10^6$  Па, яка подається з котельні. З підвищенням температури повітря, що використовується для сушіння молока і молочних продуктів, необхідно інтенсифікувати нагріванням.

У зв'язку з цим все більш широке застосування одержують вогневі калорифери, що працюють на рідкому або газоподібному паливі (рис. 5.53.). Паливо згоряє у внутрішньому циліндричному просторі корпусу, по периферії якого розташовуються труби. По цих трубах повітря направляється в сушарку. Відпрацьована суміш паливних газів викидається в атмосферу. У вогневих калориферах часто в якості палива використовується мазут, нагрітий до температури  $118$  °С, що подається під тиском  $18 \cdot 10^5$  Па. При температурі вхідного повітря  $5$  °С і підігріванні його до  $180$  °С температура вихідних газів складає  $215$  °С.



**Рис. 5.53. Принципова схема вогневого калорифера рекуперативного типу**

Пристрої для створення примусового руху повітря є основним елементом розпилювальних сушарок. До них відносять відцентрові вентилятори (рис. 5.54.). Робоче колесо 5 з лопатками 6, обертаючись, відкидає газ або повітря від центра до периферії, у результаті чого на периферії робочого колеса

створюється підвищений тиск. Тут газ набуває великої швидкості. При підвищенні тиску створюється статичний напір, а при збільшенні швидкості – динамічний. Статичний і динамічний напори зумовлюють вихід повітря через нагнітаючий патрубок 2 з визначеною швидкістю. У центрі колеса створюється деяке розрідження, тому зовнішнє повітря засмоктується у вентилятор через патрубок 4.

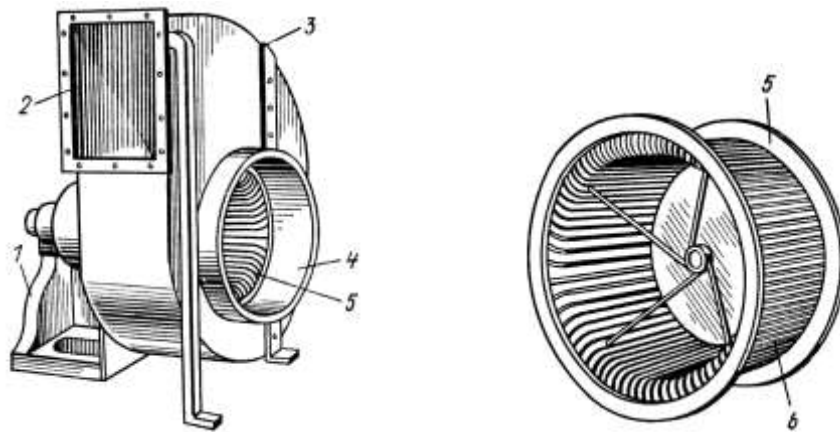


Рис. 5.54. Вентилятор:

1 – станина; 2 – нагнітаючий патрубок; 3 – корпус; 4 – всмоктуючий патрубок; 5 – робоче колесо; 6 – лопатки

Залежно від створюваного тиску вентилятори класифікують наступним чином: низького тиску (50–1000 Па), середнього тиску (1000–2000 Па), високого тиску (2000–4000 Па). Для подачі і відведення повітря із сушильних веж використовують вентилятори низького і середнього тиску. Для подачі повітря в інстантайзери і віброохолоджувачі можуть використовуватися вентилятори високого тиску. Регулювання продуктивності вентиляторів під час роботи здійснюється шляхом зміни положення шибера на нагнітаючому трубопроводі, у сушарках продуктивністю 1000 кг випареної вологи на годину і вище положення шибера регулюється або автоматично, або з центрального пульта керування установкою.

Елементи розпилювальної сушильної установки (сушильна вежа, інстантайзер, циклони, фільтри) з'єднуються між собою системою повітропроводів. Щоб виключити можливість відкладень молочного порошку

на внутрішніх поверхнях повітропроводів, доцільно уникати їх горизонтального розташування. У випадку необхідності горизонтального розташування повітропроводів у них варто підтримувати швидкість руху повітря не менше 12 м/с.

### 5.2.5. Установки для висушування твердих молочних продуктів

Вібраційна сушарка для молочного цукру (рис. 5.55.) має вертикальну циліндричну камеру. У верхній і нижній частині камери змонтовані опорні пристрої, оснащені підшипниками ковзання. У середній частині камери розташований спіральний жолоб 7. Крок витків спіралі різний. Жолоб, підвішений на пружинному амортизаторі 5, одержує через ексцентриковий механізм 11 зворотно-поступальний рух. Ексцентриковий механізм 11 монтується на станині 10, на якій розташований і привідний механізм. Привід складається з електродвигуна, варіатора швидкості і системи пасової передачі.

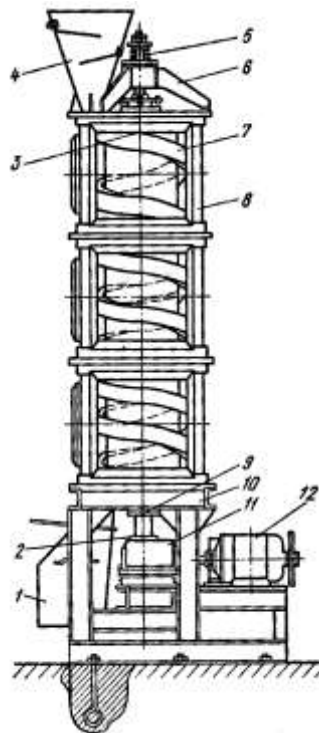


Рис. 5.55. Схема вібраційної сушарки:

1 – збірник сухого продукту; 2 – нижня цапфа; 3 – верхня цапфа; 4 – завантажувальний пристрій; 5 – пружинний амортизатор; 6 – верхній опорний пристрій; 7 – спіральний жолоб; 8 – цапфа корпусу сушарки; 9 – нижній опорний пристрій; 10 – станина; 11 – ексцентриковий механізм; 12 – привід

Цукор поступає в завантажувальний пристрій 4 і переходить у вібруючий спіральний жолоб 7. Через вібрацію жолоба кристалики молочного цукру відбиваються від поверхні і практично знаходяться у зваженому стані. Цукор рухається зверху вниз, назустріч подається гаряче повітря початковою температурою 70–100 °С. Повітря поступає в кожну із трьох секцій сушильної камери від загального калорифера, а відводиться одним загальним вентилятором. Перед викидом повітря в атмосферу воно проходить через циклон. Висушений молочний цукор поступає у збірник 1 за допомогою системи сит. Тривалість сушіння молочного цукру 4–6 хв. Замість ексцентрикового механізму для вібрації жолоба можна застосовувати електромагнітний вібратор.

Вихрова сушарка показана на рис. 5.56. Із завантажувального пристрою 3 казеїн-сирець поступає в збірник-гранулятор 4, звідти гранули продукту розміром 2–5 мм попадають у сушарку 5. В сушарку подається повітря температурою до 120 °С. Повітря проходить через щілини решітки, в результаті чого приводить казеїн у вихровий рух і псевдозріджений стан. Висушений казеїн переходить через поріг із сушильної камери в приймач, звідси пневмотранспортером 9 подається в бункер 8. Рух повітря і продукту в пневмотранспортері створює вентилятор 7. Цей же вентилятор відсмоктує повітря із сушильної вежі.

Повітря попередньо проходить через циклон 6, де із нього виділяються дрібні частинки сухого казеїну. Подача нагрітого повітря здійснюється вентилятором 1 спочатку в калорифер, а потім у сушильну вежу. Перед надходженням на сушильну установку казеїн повинен мати вологість 45–65 %. Температура його на вході 20 °С, а температура готового продукту 20–50 °С. Продуктивність сушарки 150–160 кг/год. сухого казеїну.

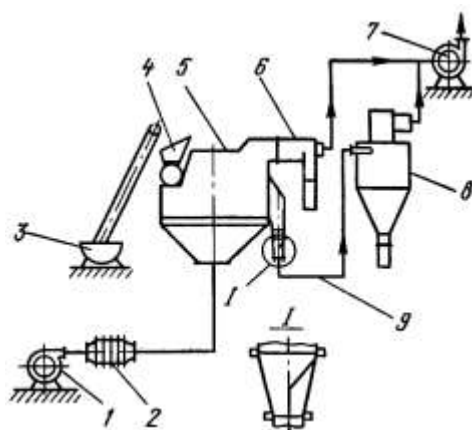


Рис. 5.56. Схема вихрової сушарки:

1,7 – вентилятори; 2 – калорифер; 3 – завантажувальний пристрій; 4 – нагромаджуючий гранулятор; 5 – сушарка; 6 – циклон; 8 – бункер; 9 – пневмотранспортер

*Сублімаційна сушарка.* Суть сублімаційного висушування полягає в наступному. Матеріал, що висушується, розташовують у сушильній камері (субліматорі), в якій створено глибокий вакуум. Волога, що міститься у вихідному продукті, починає інтенсивно випаровуватися. При випаровуванні з матеріалу виділяється тепло, продукт охолоджується, і в ньому замерзає вільна волога. Найбільш раціональне розташування субліматора і конденсатора приведене на рис. 5.57.

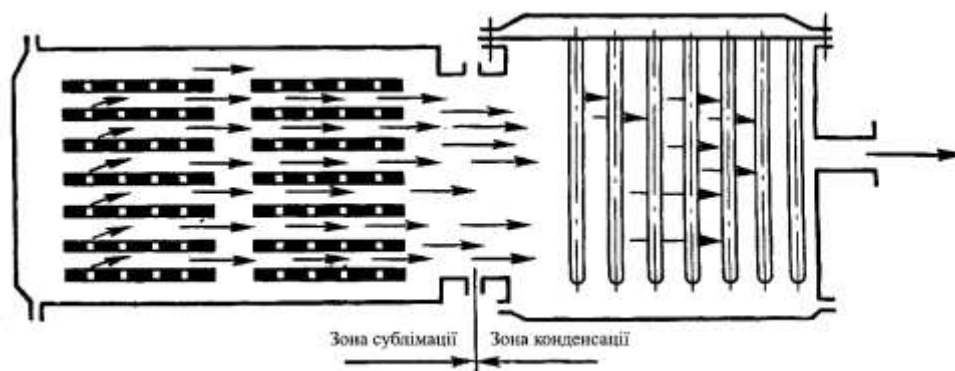


Рис. 5.57. Схема блока субліматор-конденсатор

До матеріалу, що висушується, підводять тепло, а конденсаційні поверхні прохолоджують. Температура матеріалу вища температури поверхні конденсації, тому починається сублімація, тобто перехід льоду в пару, яка відразу відводиться у конденсатор.

Водяна пара із субліматорів усувається двома способами: із використанням охолоджуваних конденсаторів і механічних вакуум-насосів і з використанням пароежекторних багатоступеневих установок.

Конденсатор необхідно розташовувати безпосередньо біля субліматора. Якщо між ними проходить паропровід, то це негативно відбивається на роботі установки, що визначається гідравлічними опорами, які виникають у субліматорі і конденсаторі.

### **Контрольні запитання**

1. Класифікація вакуум-випарних установок, що застосовуються в молочній промисловості.
2. Принципова будова однокорпусної вакуум-випарної установки.
3. Принципова будова багатокорпусної вакуум-випарної установки.
4. Використання вторинних випарів у вакуум-випарних установках.
5. Вакуум-випарні установки з калоризаторами плівкового типу.
6. Вакуум-випарні установки з калоризаторами циркуляційного типу.
7. Вакуум-випарні установки з пластинковим калоризатором.
8. Вакуум-випарні установки з аміачним і фреоновим нагріванням.
9. Основні елементи і допоміжні пристрої вакуум-випарних установок.
10. Будова конденсаторів.
11. Будова конденсатовідвідників.
12. Будова термокомпресорів і ежекторів.
13. Основні правила експлуатації вакуум-випарних установок.
14. Матеріальний і тепловий баланс при випаровуванні вологи з продукту.
15. Витрата гострої пари і води на конденсацію вторинної пари.
16. Будова і принцип роботи кристалізатора для згущеного молока.
17. Класифікація сушильних установок.
18. Будова і принцип роботи вальцевих сушарок.
19. Будова і принцип роботи стрічкових сушарок.



20. Будова розпилувальних сушарок.
21. Пристрої для розпилювання продукту в сушильній башті.
22. Конструкція сушильних башт і схеми руху повітря і продукту в сушильній башті.
23. Пристрої для очищення і нагрівання повітря перед подачею в сушильну башту.
24. Пристрої для обробки відпрацьованого повітря.
25. Особливості будови сушарок для отримання швидкорозчинного сухого молока.
26. Будова і принцип роботи стрічкової сушарки.
27. Будова і принцип роботи барабанної сушарки.
28. Будова і принцип роботи вихрової сушарки.
29. Будова і принцип роботи сушарки з «киплячою» парою.
30. Сублімаційні сушарки.

## РОЗДІЛ 6

### РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ

#### 6.1. Розрахунок обладнання для виробництва згущених молочних консервів

Для згущення молока та молочних продуктів застосовують різні вакуум-випарні установки, які можна класифікувати таким чином:

- за принципом дії – безперервної та періодичної дії;
- за використанням вторинної пари – з використанням вторинної пари (з термо- і турбокомпресорами) і без використання вторинної пари;
- за числом корпусів – однокорпусні та багатокорпусні;
- за видом гріючого агента – з паровим, аміачним і фреоновим нагріванням;
- за видом кипіння продукту – в товстому і тонкому шарі (плівкові);
- за формою гріючих поверхонь – з трубними і пластинковими калоризаторами.

При розрахунках вакуум-випарних установок важливе значення має матеріальний баланс, який виражається таким рівнянням:

$$M_1 S_1 = (M_1 - W) S_2 = M_2 S_2, \quad (6.1.)$$

де  $M_1$  – кількість вихідного продукту, кг;

$M_2$  – кількість готового продукту, кг;

$W$  – кількість випареної вологи (вторинних парів), кг;

$S_1$  – вміст сухих речовин у вихідному продукті, %;

$S_2$  – вміст сухих речовин в готовому продукті, %.

Користуючись рівнянням (6.1.), можна визначити кількість випареної вологи і вміст сухих речовин у готовому продукті:

$$W = M_1 \frac{(S_2 - S_1)}{S_2} = M_1 - M_2; \quad (6.2.)$$

$$S_2 = \frac{M_1 S_1}{M_1 - W} = \frac{M_1}{M_2} S_1. \quad (6.3.)$$

Тепловий баланс вакуум-випарної установки без урахування втрат тепла можна виразити таким рівнянням:

$$D_2 i_1 + Mct_0 = Wi_2 + (M - W) ct_1 + D_2 t_{\text{конд}} c_{\text{конд}}, \quad (6.4.)$$

де  $D_2$  – кількість грючої пари, кг;

$i_1$  – питомий тепловміст грючої пари, Дж/кг;

$c_{\text{конд}}$  – питома теплоємність конденсату, Дж/(кг °С);

$M$  – кількість вихідного продукту, кг;

$c$  – питома теплоємність продукту, Дж/(кг °С);

$t_0$  – початкова температура продукту, °С;

$t_1$  – кінцева температура (температура кипіння) продукту, °С;

$i_2$  – питомий тепловміст вторинної пари, Дж/кг;

$t_{\text{конд}}$  – температура конденсату грючої пари, °С.

З рівняння (6.4.) легко отримати формулу для визначення витрати грючої пари  $D_2$  (в кг)

$$D_2 = \frac{W(i_2 - ct_1) - Mc(t_0 - t_1)}{(i_1 - c_{\text{конд}} t_{\text{конд}}) \eta} \quad (6.5.)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт, що враховує втрату тепла ( $\eta = 0,97-0,98$ ).

При складанні теплового балансу вакуум-випарної однокорпусної установки з термокомпресією вторинних парів необхідно враховувати коефіцієнт інжекції « $u$ »

$$u = \frac{D_2 - D_0}{D_0} = \frac{D_2}{D_0}, \quad (6.6.)$$

де  $D_0$  – кількість гострої пари, що надходить в інжектор, кг;

$D_2$  – кількість вторинної пари, що поступає для всмоктування інжектора,

кг.

Витрата гострої пари  $D_0$  на згущення продукту в однокорпусній вакуум-випарній установці з термокомпресією визначають за формулою:

$$D_0 = \frac{W(i_2 - ct_1) - Mc(t_0 - t_1)}{(i_1 - c_{\text{конд}} t_{\text{конд}})(1 + u)\eta}. \quad (6.7.)$$

Користуючись рівнянням теплового балансу (6.4.), можна визначити кількість випареної вологи  $W$  (в кг), що характеризує ефективність роботи установки

$$W = D_{\Gamma} \frac{i_1 - t_{\text{конд}} c_{\text{конд}}}{i_2 - t_1 c} + \frac{Mc(t_0 - t_1)}{i_2 - t_1 c}. \quad (6.8.)$$

У формулу (6.8.) входять коефіцієнти випаровування  $\alpha_e$  і самовипаровування  $\beta$

$$\alpha_B = \frac{i_1 - t_{\text{конд}} c_{\text{конд}}}{i_2 - t_1 c} = \frac{r_{\Gamma}}{r_B}; \quad (6.9.)$$

$$\beta = \frac{(t_0 - t_1)c}{i_2 - t_1 c} = \frac{Q_n}{r_e}; \quad (6.10.)$$

де  $r_2$  – питома теплота пароутворення гріючої пари, Дж/кг;

$r_e$  – питома теплота пароутворення вторинної пари, Дж/кг;

$Q_n$  – питома кількість тепла, що вноситься з продуктом, що надходить в апарат, Дж/кг.

Коефіцієнти випаровування і самовипаровування характеризують продуктивність випарних установок за кількістю випареної вологи. Чим вони вищі, тим ефективніша робота вакуум-випарних установок.

Особливий інтерес представляє коефіцієнт самовипаровування  $\beta$ , який може бути більшим або меншим 0, що залежить від початкової температури продукту. Переважно перед згущенням продукт пастеризують і нагрівають до температури вище температури кипіння його у вакуум-апараті. Для підвищення продуктивності установки необхідно згущувати продукт, початкова температура якого  $t_0$  вища за температуру кипіння  $t_1$ .

Кількість вторинних парів, що утворюються внаслідок самовипаровування  $W$  (в кг), можна розрахувати за формулою

$$W = \frac{S_1}{S_2 - S_1}. \quad (6.11.)$$

Прийнявши коефіцієнт самовипаровування, рівним нулю, з рівняння теплового балансу (6.4.) можна отримати формули для визначення теплового навантаження вакуум-випарної установки  $q$  та інтенсивності процесу випарювання  $I$

$$q = \frac{D_\Gamma(i_1 - c_{\text{конд}}t_{\text{конд}})}{FZ} = \frac{Q}{FZ}; \quad (6.12.)$$

$$I = \frac{W}{FZ} = \frac{D_\Gamma(i_1 - c_{\text{конд}}t_{\text{конд}})}{(i_2 - ct_1)FZ} = \frac{Q}{r_e FZ} \quad (6.13.)$$

де  $q$  – теплове навантаження, тобто відношення кількості тепла, що витрачається на випаровування протягом 1 год., до поверхні нагрівання, Вт/м<sup>2</sup>;

$F$  – поверхня нагрівання, м<sup>2</sup>;

$Z$  – тривалість випаровування, год.;

$I$  – інтенсивність випаровування, що показує кількість води, яка випаровується з 1 м<sup>2</sup> поверхні нагрівання протягом 1 год., кг.

Інтенсивність випаровування можна виразити й іншим рівнянням

$$I = \frac{3600k_y F \Delta t_n}{r_e F} = \frac{3600k_y \Delta t_n}{r_e}, \quad (6.14.)$$

де  $k_y$  – усереднений коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>°С);

$\Delta t_n$  – корисна різниця температур, °С.

З формули (6.14.) випливає, що інтенсивність випаровування зумовлюється коефіцієнтом теплопередачі та корисною різницею температур  $\Delta t_n$  (в °С)

$$\Delta t_n = t_n - t_l, \quad (6.15.)$$

де  $t_n$  – температура гріючої пари, °С;

$t_l$  – температура кипіння, °С.

Для вакуум-випарних установок коефіцієнт теплопередачі  $k$  визначають за формулою

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}} \quad (6.16.)$$

де  $\alpha_1$  – коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінки, Вт/ (м<sup>2</sup> °С);

$\alpha_2$  – коефіцієнт тепловіддачі від стінки до рідини Вт / (м<sup>2</sup> °С);

$\delta_1$  – товщина стінки трубок, м;

$\delta_2$  – товщина накипу на трубах, м;

$\lambda_1$  – коефіцієнт теплопровідності металу трубок Вт/(м °С);

$\lambda_2$  – коефіцієнт теплопровідності накипу, Вт/(м °С).

Однак для умов згущення молока та інших молочних продуктів немає достатньо надійних розрахункових формул, за якими можна визначати  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$ . Проте практика і численні дослідження показують, що  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  і  $k$  залежать від низки факторів. Основні з них такі.

**1. Корисна різниця температур.** З підвищенням корисної різниці температур ефективність теплообміну збільшується. У вакуум-випарних установках з термокомпресією корисна різниця температур при згущенні молока повинна становити 15–25 °С. При зниженні корисної різниці температур, а в окремих випадках і підвищенні, зменшується інтенсивність циркуляції рідини в калоризаторі, а отже, і коефіцієнт теплопередачі. У деяких вакуум-випарних установках корисна різниця температур становить близько 80°С. В окремих корпусах багатокорпусних вакуум-установок корисна різниця температур може бути 8–12 °С.

**2. Концентрація продукту, що згущується.** Від концентрації продукту залежить величина  $\alpha_2$ . При цьому встановлено, що з підвищенням концентрації продукту частковий коефіцієнт тепловіддачі і загальний коефіцієнт теплопередачі змінюється. Зі зміною концентрації продукту під час згущення

однієї порції його до кінця циклу роботи суттєво зменшується коефіцієнт теплопередачі.

**3. Інтенсивність циркуляції рідини.** Зі збільшенням швидкості циркуляції згущуваної рідини в калоризаторі зростає коефіцієнт теплопередачі. Інтенсивність циркуляції характеризують кратністю циркуляції  $C$ .

$$C = \frac{M}{W}. \quad (6.17.)$$

**4. Висота рівня рідини в трубках калоризатора.** Під висотою рівня рідини мається на увазі умовний рівень рідини в трубках калоризатора при відсутності кипіння і циркуляції продукту. Найбільш ефективний теплообмін в установці відбувається при оптимальній висоті рідини  $h_{opt}$  (в м)

$$h_{opt} = [50 + 0,122 (\rho_n - \rho_e)] \frac{H}{100}, \quad (6.18.)$$

де  $H$  – висота трубок, м;

$\rho_n$  – густина продукту при температурі кипіння, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_e$  – густина води при температурі кипіння, кг/м<sup>3</sup>.

З формули (6.18.) і даних численних експериментів випливає, що оптимальна висота рідини збільшується з підвищенням щільності згущеного продукту.

**5. Наявність накипу.** Накип, який відкладається на внутрішніх стінках трубок, різко знижує ефективність теплообміну. Цим пояснюється той факт, що з кожною наступною варкою коефіцієнт теплопередачі зменшується.

Зниження коефіцієнта теплопередачі характеризують відношенням  $\psi$ .

$$\psi = \frac{k_{cp}}{k_o}, \quad (6.19.)$$

де  $k_{cp}$  – середній коефіцієнт теплопередачі за кілька варок, Вт/(м<sup>2</sup> °С);

$k_o$  – теоретичний коефіцієнт теплопередачі (при чистих поверхнях калоризатора), Вт/(м<sup>2</sup> °С).

**6. Наявність повітря в гріючій парі і рівень конденсату в калоризаторі.** На ефективність тепловіддачі істотно впливає вміст повітря в гріючій парі.

При накопиченні зайвого шару конденсату в калоризаторі знижується загальний коефіцієнт теплопередачі, тому необхідно стежити за своєчасним і систематичним відведенням конденсату з калоризатора.

Як видно з формули (6.13.), на інтенсивність процесу випарювання впливає поверхню нагрівання  $F$  (в  $\text{м}^2$ ), яку можна визначити за формулою

$$F = \pi d l n \quad (6.20.)$$

де  $d$  – діаметр кип'ятильних трубок калоризатора, м;

$l$  – довжина трубок, м;

$n$  – число трубок.

Для спрощення розрахунків поверхню циркуляційної труби в калоризаторі не враховують.

Важливими показниками роботи вакуум-випарних установок є також швидкість витання краплин продукту в паровому просторі, швидкість руху пари і тривалість перебування її в паровому просторі. При згущенні молока і молочних продуктів швидкість витання краплин (в м/с) визначають за формулою

$$v_{\text{вум}} = \sqrt{\frac{4g(\rho' - \rho'')d_k}{3\zeta\rho''}}, \quad (6.21.)$$

де  $\rho'$  – густина продукту,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\rho''$  – густина пари,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\zeta$  – коефіцієнт опору;

$d_k$  – діаметр краплі, м.

При  $Re < 500$   $\zeta = \frac{18,5}{Re^{0,6}}$ , а при  $Re > 500$   $\zeta = 0,44$ . В свою чергу



$$Re = \frac{v_n d_k}{\nu_n} \quad (6.22.)$$

де  $v_n$  – швидкість руху пари в паровому просторі, м/с;

$\nu_n$  – кінематична в'язкість пари, м<sup>2</sup>/с.

Швидкість руху пари в паровому просторі визначають за формулою:

$$v_n = \frac{4V}{\pi D^2} \quad (6.23.)$$

де  $V$  – кількість пари, м<sup>3</sup>/с;

$D$  – діаметр парового простору, м.

Тривалість перебування часток пари  $\tau$  (в с) в паровому просторі установки розраховують за формулою

$$\tau = \frac{3600V_a}{W v_{e.n.}} \quad (6.24.)$$

де  $V_a$  – паровий простір апарату, м<sup>3</sup>;

$W$  – витрата вторинних парів, кг/год;

$v_{e.n.}$  – питомий об'єм вторинної пари, м<sup>3</sup>/кг.

Швидкість руху рідини або пари по трубопроводах установки або діаметр цих трубопроводів визначають, користуючись рівнянням витрат,

$$V = \frac{\pi d^2 v}{4} \quad (6.25.)$$

де  $V$  – кількість пари або рідини, м<sup>3</sup>/с;

$d$  – діаметр трубопроводу, м;

$v$  – швидкість руху пари або рідини, м/с.

(Зазвичай приймають швидкість руху нев'язких рідин – 1–2 м/с, в'язких 0,5–1 м/с, пари – 20–50 м/с).

При розрахунку конденсаторів визначають основний показник техніко-економічної ефективності їх роботи – витрата охолоджуючої води на

конденсацію вторинних парів. Для спрощення розрахунків приймають, що температура вторинної пари і температура його конденсату рівні. З огляду на це, витрату охолоджуючої води  $B$  можна визначити за формулою:

$$B = \frac{W(i_2 - c_{\text{конд}} t_{\text{конд}})}{(t_{\text{к.в}} - t_{\text{н.в}})c}, \quad (6.26.)$$

де  $c_{\text{конд}}$  – питома теплоємність конденсату, Дж/(кг°С);

$c$  – питома теплоємність води, Дж/(кг°С);

$i_2$  – питомий тепловміст вторинної пари, Дж/кг;

$t_{\text{конд}}$  – кінцева температура конденсату, °С (в конденсаторах змішування

$t_{\text{конд}} = t_{\text{к.в}}$ );

$t_{\text{н.в}}$  – початкова температура води, °С;

$t_{\text{к.в}}$  – кінцева температура води, °С.

З формули (6.26.) легко визначити і витрату води на 1 кг випареної вологи.

При підборі вакуум-насосів, які призначені для відсмоктування повітря і несконденсованих газів з конденсаторів, необхідно знати кількість повітря і несконденсованих газів  $L$  (в кг), яку можна обчислити за формулою

$$L = (0,012 : 0,016) W. \quad (6.27.)$$

При розрахунку поверхневих конденсаторів користуються коефіцієнтом 0,012, а при розрахунку конденсаторів змішування – коефіцієнтом 0,016.

Коефіцієнт інжекції  $u$  можна визначити за формулою (6.6.) або, знаючи тиск гострої пари  $p_o$ , що надходить у сопло, тиск вторинної пари  $p_v$ , що входить у камеру всмоктування, і тиск гріючої (інжектваної) пари, що виходить з інжектора або ежектора,  $p_2$  – за графіком (рис.6.1.). Коефіцієнт інжекції можна визначити і за I-S-діаграмою.

*Кристалізатори.* У молочній промисловості застосовують кристалізатори періодичної дії, що працюють при атмосферному тиску і вакуумі, і безперервної дії. Зараз у промисловості експлуатуються переважно кристалізатори періодичної дії, головним чином вертикальні вакуум-

кристалізатори, в яких продукт охолоджується внаслідок досить глибокого вакууму в робочих резервуарах апарату. У відкритих кристалізаторах періодичної дії продукт охолоджується водою, яка подається в сорочку апарату, а в кристалізаторах безперервної дії – за рахунок холодоагентів (води, розсолу або аміаку), що циркулюють у сорочці апаратів.

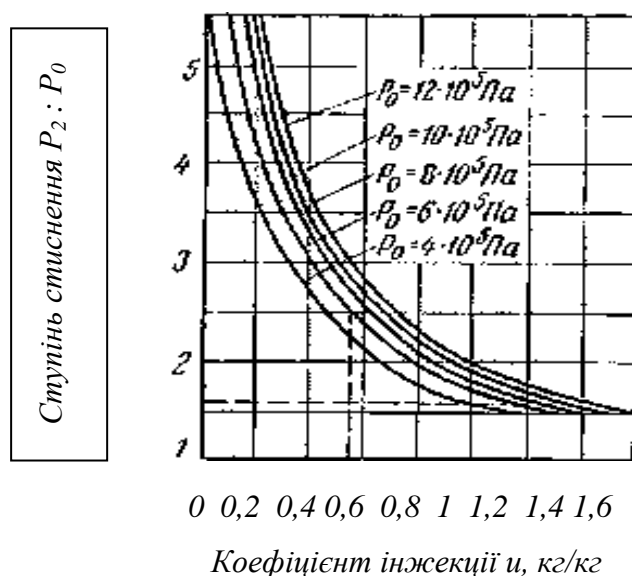


Рис. 6.1. Графік для визначення коефіцієнта інжекції

Витрату холоду  $Q_o$  (в Дж) на охолодження в кристалізаторах періодичної дії, що працюють при атмосферному тиску, і в кристалізаторах безперервної дії можна визначити за формулою

$$Q_o = M_n c_n (t_n - t_k), \quad (6.28.)$$

де  $M_n$  – кількість продукту, кг;

$c_n$  – питома теплоємність продукту, Дж/кг<sup>0</sup>С);

$t_n, t_k$  – початкова і кінцева температури продукту, <sup>0</sup>С.

У вакуум-кристалізаторах продукт охолоджується в результаті самовипаровування. У цьому випадку кількість тепла, що віддається,  $Q_o$  можна розрахувати за такою формулою;

$$Q_o = B_u (i_{cp} - c_1 t_{cp}), \quad (6.29.)$$

де  $B_u$  – кількість води, що випаровується в процесі охолодження і кристалізації, кг;

$i_{cp}$  – середній тепловміст пари, що видаляється з продукту, Дж/кг;

$t_{cp}$  – середня температура продукту, °С.

У процесі кристалізації  $\frac{i_n}{i_k} < 2$ , а  $\frac{t_n}{t_k} > 2$ , тому  $i_{cp}$  і  $t_{cp}$  визначають за такими

формулами:

$$i_{cp} = \frac{i_n - i_k}{2}; \quad (6.30.)$$

$$t_{cp} = \frac{t_n - t_k}{2,31g \frac{t_n}{t_k}}, \quad (6.31.)$$

де  $i_n, i_k$  – початковий і кінцевий питомий тепловміст пари, Дж/кг;

$t_n, t_k$  – початкова і кінцева температури продукту, °С.

Кількість води, що випаровується в процесі охолодження і кристалізації  $B_u$ , визначають з рівняння

$$B_u = M_u - M_k, \quad (6.32.)$$

де  $M_k$  – кількість готового продукту, кг;

$M_u$  – кількість вихідного продукту, кг.

Для відкритих кристалізаторів необхідно визначити теплове навантаження  $q$  (в Дж/м<sup>2</sup>)

$$q = \frac{Q_o}{F} \quad (6.33.)$$

де  $F$  – поверхня охолодження кристалізатора, м<sup>2</sup>.

Витрату охолоджуючої води  $B$  (в кг/год) визначають за формулою

$$B = \frac{Q_o}{c_v(t_{k,v} - t_{n,v})\tau} \quad (6.34.)$$

де  $c_v$  – теплоємність води, Дж/(кг °С);

$t_{n,v}$  – початкова температура води, °С;

$t_{к.в}$  – кінцева температура води, °C;

$\tau$  – тривалість охолодження, год.

Витрату пари  $D$  (в кг) на роботу кожного ежектора можна визначити за наближеною формулою:

$$D = 1,801 d^2 \sqrt{\frac{p_o}{v_o}}, \quad (6.35.)$$

де  $d$  – діаметр горловини сопла ежектора, м;

$p_o$  – абсолютний тиск гострої пари перед соплом ежектора, Па;

$v_o$  – питомий об'єм гострої пари, м<sup>3</sup>/кг.

## **6.2. Розрахунок обладнання для виробництва сухих молочних консервів**

Сушильні установки, що застосовуються в молочній промисловості, можна розділити на установки для висушування рідких молочних продуктів – барабанні, або вальцьові (атмосферні, вакуумні, одно- і двовальцьові), розпилювальні (дискові та форсункові; з рукавними фільтрами і циклонним очищенням повітря) та стрічкові сушарки; для висушування твердих молочних продуктів – шафові атмосферні та вакуумні, а також барабанні і стрічкові сушарки безперервного дії, вібраційні та вихрові.

Для висушування знежирених молочних продуктів в окремих випадках застосовують атмосферні двовальцьові сушарки. Ефективність роботи їх в значній мірі залежить від тиску гострої пари, що надходить в барабан, швидкості обертання валиків, довжини шляху, який здійснює продукт, перебуваючи на валиках, і початкової температури продукту.

Матеріальний баланс вальцьових сушарок виражається рівнянням

$$M_1 S_1 = (M_1 - W) S_2 = M_2 S_2 \quad (6.36.)$$

де  $M_1$  – кількість вихідного продукту, кг;

$M_2$  – кількість готового продукту, кг;

$W$  – кількість випареної вологи, кг;

$S_1$  – вміст сухих речовин у вихідному продукті, %;

$S_2$  – вміст сухих речовин в готовому продукті, %.

Рівняння теплового балансу атмосферних вальцьових сушарок має вигляд:

$$D(i - c_{\text{конд}} t_{\text{конд}}) = M_1 c_1 (t_c - t_n) + W_r + M_2 c_2 t_2 + Q_{\text{П}}, \quad (6.37.)$$

де  $D$  – кількість гріючої пари, кг;

$i$  – питомий тепловміст гріючої пари, Дж/кг;

$c_{\text{конд}}$  – питома теплоємність конденсату, Дж/(кг °С);

$t_{\text{конд}}$  – температура конденсату, °С;

$c_1$  – питома теплоємність вихідного продукту, Дж/(кг °С);

$t_c$  – температура висушування, °С;

$t_n$  – початкова температура продукту, °С,

$r$  – питома теплота пароутворення при температурі сушіння, Дж/кг;

$c_2$  – питома теплоємність готового продукту, Дж / (кг °С);

$t_2$  – температура готового продукту, °С;

$Q_n$  – втрати тепла в навколишнє середовище ( $Q_{\text{П}} = 20\text{--}30\%$  від загальної витрати тепла).

Важливий показник роботи вальцьових сушарок – напруженість поверхні нагрівання сушарки за випареною вологою  $T$  (в кг/м<sup>2</sup>год.).

$$T = \frac{W}{FZ}, \quad (6.38.)$$

де  $F$  – робоча поверхня нагрівання сушарки, м<sup>2</sup>;

$Z$  – тривалість сушіння, год.

Під робочою поверхнею нагрівання розуміють циліндричну поверхню валиків. Проте не вся циліндрична поверхня валиків є робочою. Це пояснюється тим, що в вальцьових сушарках з розпилювачами плівка продукту

займає 87 % поверхні та 63 % циліндричної поверхні на сушарках без розпилювачів.

Потужність, необхідна для роботи вальцьових сушарок, складається з потужності, потрібної на обертання валиків і на роботу шнеків.

Потужність, потрібну на обертання валиків,  $N_B$ , (в кВт) визначають за формулою

$$N_B = \frac{vLP(1 + \mu tg \alpha)}{102\eta_m} \quad (6.39.)$$

де  $v$  – кругова швидкість обертання валиків, м / с;

$P$  – сила, необхідна для зняття плівки шириною 1 см (для незбираного молока  $P=3-4$  кг/см; для знежиреного молока  $P=3,5-4,5$  кг/см);

$L$  – сумарна довжина ножів, см;

$\mu$  – коефіцієнт тертя між ножами і поверхнею валиків ( $\mu=0,1-0,2$ );

$\alpha$  – кут нахилу ножа (кут між ножем і дотичною до кола валика, проведеною в точці дотику ножа до валика);

$\eta_m$  – коефіцієнт корисної дії привідного механізму ( $\eta_m=0,8-0,85$ ).

Потужність, необхідну для роботи шнеків,  $N_{ш}$  (в кВт) визначають за формулою

$$N_{ш} = \frac{\Pi \rho g}{270} (H - K_c l_{ш}) \frac{\eta_a}{\eta_p} \quad (6.40.)$$

де  $\Pi$  – продуктивність шнека, м<sup>3</sup>/год.;

$\rho$  – густина продукту, кг / (м<sup>3</sup>×10<sup>3</sup>);

$H$  – висота підйому продукту шнеком, м;

$K_c$  – коефіцієнт опору, що залежить від виду матеріалу ( $K_c = 1,2-3$ );

$l_{ш}$  – довжина шнека;

$\eta_a$  – коефіцієнт, що визначає запас потужності ( $\eta_a=1,25$ );

$\eta_p$  – коефіцієнт корисної дії приводу.

Тривалість перебування продукту на валиках, або тривалість сушіння на вальцових сушарках  $Z$  (в с), якщо процес завершений, визначають за формулою

$$Z = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{30l}{\pi n_B R}, \quad (6.41.)$$

де  $\varphi$  – кут, пройдений частинкою висушуваного продукту за час сушіння на барабані, рад;

$\omega$  – кутова швидкість руху валиків, рад/с;

$l$  – шлях, пройдений висушуваною часткою по колу, м;

$n_B$  – частота обертання валиків, об./хв;

$R$  – радіус барабана, м.

Знаючи тривалість сушіння продукту в секундах, можна встановити необхідну частоту обертання валиків  $n_B$  за хвилину

$$n_B = \frac{30l}{\pi Z R}. \quad (6.42.)$$

Іноді доцільно визначити товщину плівки молока  $\delta$  (в мм) на валиках. Для цього користуються формулою

$$\delta = \frac{1000M}{6\rho\pi n_B l L_B} \quad (6.43.)$$

де  $M$  – продуктивність сушарки за кількістю вихідного продукту, кг/год.;

$\rho$  – густина вихідного продукту, кг/м<sup>3</sup>;

$m$  – число валиків;

$l$  – шлях, який проходить частинка висушуваного продукту, м;

$L_B$  – довжина валика, м.

Якість сушіння розпиленням у значній мірі зумовлюється розміром крапельок висушуваного продукту, що викидається з розпилювального пристрою (диска або форсунки).



Діаметр крапельок  $d$  (в мм) можна визначити за такими емпіричними формулами.

При дисковому розпиленні:

$$d = 98,5 \frac{10^3}{n} \sqrt{\frac{\alpha}{R\rho}}, \quad (6.44.)$$

де  $n$  – частота обертання диска, об/хв.;

$\alpha$  – поверхневий натяг продукту, кг/м;

$R$  – радіус диска, м;

$\rho$  – густина рідини, кг/м<sup>3</sup>.

При форсунковому розпиленні:

$$d = K \frac{8\alpha g}{10^3 \rho_v v^2} \quad (6.45.)$$

де  $\rho_v$  – густина повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – швидкість струменя рідини на виході з форсунки, м/с;

$K$  – коефіцієнт, що залежить від властивостей рідини (для молока  $K=3$ ).

В свою чергу

$$v = \frac{4M}{\pi D^2}; \quad (6.46.)$$

де  $M$  – кількість продукту, м<sup>3</sup>/год.;

$D$  – діаметр вихідного отвору форсунки, м.

Кількість частинок  $n$ , що утворилися в процесі розпилення, якщо прийняти, що всі вони однакового діаметра, можна визначити в такий спосіб:

$$n = \frac{6 \times 10^6 M}{\pi d^3 \rho} \quad (6.47.)$$

Сумарна поверхня  $f$  (в м<sup>2</sup>), утворена краплями продукту, що висушується

$$f = \frac{\pi d^2 n}{10^6} = \frac{6M}{d\rho}. \quad (6.48.)$$

Крапельки продукту рухаються в башті з так званою швидкістю витання. Залежно від швидкості витання частинки у вихідному (висхідному) потоці повітря можуть осісти, перебувати в будь-якому стані, або рухатися вгору. При  $v_{вит} = v_в$  частинка знаходиться в спокої; при  $v_{вит} > v_в$ ; частинка осідає; при  $v_{вит} < v_в$  частинка рухається вгору ( $v_{вит}$  – швидкість витання частинок,  $v_в$  – швидкість вихідного потоку повітря).

Безпосередньо розрахувати швидкість витання не можна, тому вдаються до непрямого визначення її. В цьому випадку  $v_{вит}$  (в м/с) виражають через критерій  $Re$ , який знаходять за критерієм Кірпічова  $K_i$ :

$$v_{вит} = \frac{Re_{вит} \nu}{d}, \quad (6.49.)$$

де  $Re_{вит}$  – критерій Рейнольдса при швидкості, яка дорівнює швидкості витання часток;

$\nu$  – кінематична в'язкість повітря, м<sup>2</sup>/с;

$d$  – діаметр частинки, м.

Критерій Кірпічова  $K_i$  обчислюють за рівнянням:

$$K_i = d \sqrt[3]{\frac{4g(\rho_m - \rho_в)}{3\nu^2 \rho_в}} \quad (6.50.)$$

де  $d$  – діаметр краплі, м;

$\rho_m$  – густина продукту, що висушується, кг/м<sup>3</sup>;

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

Швидкість руху повітря в сушильній башті  $v_в$  (в м/с) можна наближено визначити, якщо прийняти, що в будь-якому перетині башти він рухається в одному напрямку з постійною швидкістю

$$v_в = \frac{4L_o}{3600\pi D^2} \quad (6.51.)$$

де  $L_o$  – витрата повітря, м<sup>3</sup>/год.;

$D$  – діаметр башти, м.

Швидкість руху повітря  $v_g$  (м/с) в сушильній башті можна визначити також і за емпіричною формулою

$$v_g = 0,0127 \sqrt{W_u}, \quad (6.52.)$$

де  $W_u$  – продуктивність сушарки за випареною вологою, кг/год.

Кількість сухого повітря  $L_c$  (в кг/год.), що надходить у сушильну башту, визначають за формулою:

$$L_c = \frac{1000W}{(d_2 - d_1)}, \quad (6.53.)$$

де  $d_2$  – питомий вологовміст відпрацьованого повітря, г вологи/кг сухого повітря;

$d_1$  – вологовміст вихідного повітря, г вологи/кг сухого повітря.

Дальність польоту частинок  $S$  (в м) визначають за формулою Кука:

$$S = \frac{8}{3} \times \frac{r}{\varphi} \times \frac{\rho_{II}}{\rho_B} \ln \frac{v_H}{v_K} \quad (6.54.)$$

де  $\rho_n$  – густина продукту, кг /м<sup>2</sup>;

$v_H$  – початкова швидкість польоту частинки, м/с (можна прийняти рівною окружній швидкості розпилювального диска);

$v_K$  – кінцева швидкість руху частинки, м/с ( $v_K = 0,2-0,4$  м/с);

$r$  – радіус частинки, м.

Коефіцієнт  $\varphi$  залежить від режиму руху частинки

| Режим                           | Коефіцієнт $\varphi$    |
|---------------------------------|-------------------------|
| Ламінарний ( $Re \leq 2$ )      | $\frac{24}{Re}$         |
| Перехідний ( $Re \leq 1000$ )   | $\frac{18,5}{Re^{0,6}}$ |
| Турбулентний ( $Re \geq 1000$ ) | 0,44                    |

Для частинок, що рухаються в сушильній башті, критерій Рейнольдса  $Re$  визначають за формулою:

$$Re = \frac{v_r d}{\nu} \quad (6.55.)$$

де  $v_r$  – швидкість польоту частинки, м/с ( $v_r$  умовно приймають рівною окружній швидкості диска).

Кількість тепла, що витрачається на нагрівання повітря, або на висушування,  $Q$  (в Дж/год.) визначають за формулою

$$Q = L_c (I_1 - I_0), \quad (6.56.)$$

де  $I_0$  – питомий тепловміст повітря до надходження в калорифер, Дж/кг;

$I_1$  – питомий тепловміст повітря після виходу з калорифера, Дж/кг.

Якщо повітря нагрівають у парових калориферах, витрату пари  $D$  (в кг/год.) визначають за формулою

$$D = \frac{L_c (I_1 - I_0)}{\eta(i - c_{\text{конд}} t_{\text{конд}})}, \quad (6.57.)$$

де  $i$  – питомий тепловміст пари, Дж/кг;

$t_{\text{конд}}$  – температура конденсату ( $t_{\text{конд}}$  приймають на 10–15 °С менше температури граючої пари);

$\eta$  – к.к.д. калорифера ( $\eta = 0,9\text{--}0,97$ );

$c_{\text{конд}}$  – питома теплоємність конденсату, Дж/(кг °С).

Для визначення кількості повітря, потрібного на висушування, і тепла на його нагрівання необхідно визначити такі його параметри, як питомий вологовміст і питомий тепловміст. Для цього необхідно знати деякі вихідні дані, що характеризують властивості повітря. Практично температуру і вологість повітря, що надходить в калорифер, найпростіше визначити термометрами психрометра. Далі по точці перетину лінії температур, що

встановлюються сухим і мокрим термометрами, встановлюють інші параметри повітря перед надходженням його в калорифер. У калорифері повітря нагрівається при постійному вологовмісті. Тому, щоб встановити параметри повітря на виході з калорифера, необхідно знати тільки температуру нагрітого повітря. У процесі сушіння, якщо прийняти, що немає втрат тепла, а для технічних розрахунків таке припущення цілком виправдано, питомий тепловміст повітря не змінюється.

Ефективність використання повітря як сушильного агента можна встановити по так званому потенціалу сушіння  $\Pi$  (в °С)

$$\Pi = t_c - t_m, \quad (6.58.)$$

де  $t_c$  – температура сухого термометра, або температура відпрацьованого повітря на виході з сушильної башти, °С;

$t_m$  – температура мокрого термометра, що знаходиться в атмосфері повітря на виході з сушильної башти, °С.

При відносній вологості повітря  $\varphi=100\%$  температура мокрого термометра відповідає температурі сухого термометра; в цьому випадку потенціал сушіння дорівнює нулю. Це означає, що повітря поглинуло вологи стільки, скільки могло бути ним поглинуто до повного насичення при даних умовах. Коротше кажучи, потенціал сушіння характеризує здатність повітря до поглинання вологи, що випаровується до стану насичення.

Напруженість об'єму сушарки за випареною вологою  $A$  (кг/м<sup>3</sup> /год) визначають таким чином

$$A = \frac{W}{V}, \quad (6.59.)$$

де  $V$  – внутрішній об'єм сушильної башти, м<sup>3</sup>.

Після виходу з сушильної камери повітря надходить у рукавні тканинні фільтри або циклони для усунення частинок сухого молока.

Опір руху повітря  $h$  (в мм) в рукавних тканинних фільтрах визначають за формулою

$$h=0,03m^{1,282}, \quad (6.60.)$$

де  $m$  – питома напруга тканини по повітрю, кг повітря/м<sup>2</sup> год.

Питому напругу тканини по повітрю визначають за формулою:

$$m = \frac{L_o \rho_e}{F} \quad (6.61.)$$

де  $L_o$  – кількість повітря, що проходить через фільтри (кількість повітря, необхідного для сушіння), м<sup>3</sup> год.;

$F$  – площа поверхні фільтрів, м<sup>2</sup>.

У розрахунках доводиться мати справу з об'ємом і масою повітря. Об'єм і маса повітря пов'язані такою формулою:

$$v_o = 3,46 \frac{T}{p_o} \times \frac{622 + d}{1000} \text{ м}^3 / \text{кг сухого повітря}, \quad (6.62.)$$

де  $v_o$  – питомий об'єм вологого повітря, віднесений до 1 кг сухого повітря;

$T$  – температура повітря, °К;

$p_o$  – барометричний тиск повітря, мм рт. ст.;

$d$  – вологовміст повітря, г вологи/кг сухого повітря.

При циклонному очищенні повітря необхідно знати відцентрову силу  $F_u$  (в кг), що виникає при обертанні частинки сухого молока в циклоні

$$F_u = \frac{4}{3} \times \frac{\pi r^3 \rho v^2}{R_u} \quad (6.63.)$$

де  $r$  – радіус частинки, м;

$\rho$  – густина частинки, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – лінійна швидкість частинки в циклоні, м/с;

$R_u$  – радіус обертання, або радіус циклону, м.

В циклоні частинки сухого молока осідають на внутрішній поверхні. Швидкість осідання частинки в циклоні  $v_{\text{ч}}$  (в м/с) можна визначити за формулою Стокса:

$$v_{\text{ч}} = \frac{2}{9} \omega^2 R \frac{\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{в}}}{\mu} r^2 \quad (6.64.)$$

де  $\omega$  – середня кутова швидкість руху частинок, рад/с;

$\rho_{\text{ч}}, \rho_{\text{в}}$  – відповідно густина частинок і повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$R$  – середній радіус обертання повітря, м;

$\mu$  – в'язкість повітря, Па·с.

Середню кутову швидкість  $\omega$  (в рад/с) можна визначити таким чином:

$$\omega = \frac{2v}{R_{\text{ц}} + R_{\text{т}}}, \quad (6.65.)$$

де  $v$  – швидкість руху повітря в циклоні, м/с;

$R_{\text{ц}}$  – великий радіус циклону, м;

$R_{\text{т}}$  – радіус труби для виходу повітря, м.

Щоб скористатися формулами (28) і (30), необхідно знати швидкість руху повітря в циклоні  $v$  (в м/с), яку визначають за формулою

$$v = \frac{L_o}{3600(R_{\text{ц}} - R_{\text{т}})h}, \quad (6.66.)$$

де  $h$  – висота циліндричної частини циклона.

Ефективність циклонів для їх порівняльної характеристики оцінюють за критерієм Фруда  $Fr$

$$Fr = \frac{v^2}{R_{\text{ц}}g}. \quad (6.67.)$$

Чим більший критерій Фруда  $Fr$ , тим ефективніша робота циклону.

Коефіцієнт теплопередачі тієї чи іншої секції калорифера  $k$  [(в Вт / (м<sup>2</sup>·°С)] визначають за формулою:

$$k = \frac{L_c(I_1 - I_0)}{F(t_n - t_b)}, \quad (6.68.)$$

де  $F$  – поверхня нагрівання калорифера,  $m^2$  (як правило, поверхню нагрівання калорифера вказують в паспортних даних сушильної установки);

$t_n$  – температура теплоносія,  $^{\circ}C$ ;

$t_b$  – температура повітря,  $^{\circ}C$ .

У сушильних установках, що застосовують для виробництва сухих швидкорозчинних молочних продуктів, велике значення має конструкція розпилювальних дисків, яка зумовлює розпилення і дисперсність продукту, а також дальність польоту частинок, розміри факела рідини, кількість рідини, що осідає на різних відстанях від диска (густина зрошення факелів розпилу), траєкторію струменя рідини, що викидається з диска.

Характер розпилення продукту впливає не тільки на розміри частинок молока, але і на їх агрегацію, а також на появу вільного жиру на поверхні частинок.

Встановлено, що струмінь рідини, що виходить з диска, має траєкторію, близьку до спіралі Архімеда.

Рівняння спіралі Архімеда має вигляд:

$$R_{BC} = \sqrt{R^2 + L^2 + 2RL \sin \beta} \quad (6.69.)$$

де  $R_{BC}$  – радіус-вектор спіралі (відстань від початку координат до точки спіралі, до якої частинка проходить шлях  $L$ ),

$L$  – шлях, який проходить частинка по променю абсолютної швидкості, проведений з точки перетину радіуса з колом диска;

$\beta$  – кут між напрямками колової і абсолютної швидкостей;

$R$  – радіус диска.

У свою чергу

$$L = \frac{v_{abc}}{\omega} \varphi, \quad (6.70.)$$



де  $v_{abc}$  – абсолютна швидкість руху частинки, що зривається з диска;

$\varphi$  – довільний кут повороту радіуса;

$\omega$  – кутова швидкість диска.

Струмінь рідини, що виходить з розпилювального диска, розширюється у вертикальному і горизонтальному напрямках. Розширення струменя у вертикальному напрямку  $a_c$  (в см) можна визначити за емпіричною формулою

$$a_c = \frac{0,4Lg}{\ln M} + 0,12L_D + 0,09, \quad (6.71.)$$

де  $L_D$  – відстань від вихідного отвору диска до вимірюваного перетину струменя, см;

$M$  – продуктивність диска, л/год.

Розширення струменя в горизонтальному напрямку залежить від товщини плівки рідини на розпилюючій кромці диска і від відстані  $L_D$ . Для практичних розрахунків можна приймати, що розширення струменя в горизонтальному напрямку дорівнює 11 % відстані  $L_D$ .

У загальному вигляді густину зрошення  $\Pi$  [в кг/м<sup>2</sup> год] можна визначити за формулою:

$$\Pi = \frac{G}{f\tau}, \quad (6.72.)$$

де  $G$  – кількість розпиленого продукту, що осідає на поверхні, розташованій паралельно площині обертання диска, кг;

$f$  – поверхня збору продукту, м<sup>2</sup>;

$\tau$  – тривалість розпилення, год.

Для висушування багатьох кисломолочних продуктів застосовують сублімацію.

Продуктивність сублімаційної установки за масою вихідного продукту  $G$  (в кг/добу) можна визначити за формулою:

$$G = G_c \frac{W_H + 100}{W_K + 100} + K_n G_c, \quad (6.73.)$$

де  $G_c$  – кількість готового сухого продукту, кг;

$W_H$  – початкова вологість вихідного продукту, %;

$W_K$  – кінцева вологість готового сухого продукту, %;

$K_n$  – коефіцієнт, що враховує механічні втрати продукту в процесах підготовки і завантаження сировини, вивантаження і пакування готового продукту ( $K_n = 0,005-0,01$ ).

Вихід готової продукції  $B_n$  (в %) визначають зі співвідношення

$$B_n = \frac{G_c}{G} \times 100, \quad (6.74.)$$

Площу, необхідну для розміщення всього об'єму продукту, що висушується в сублиматорі, розраховують за формулою

$$F_{заг} = \frac{V}{\delta}, \quad (6.75.)$$

де  $V$  – об'єм висушуваного продукту, м<sup>3</sup>;

$\delta$  – товщина шару продукту ( $\delta = 5 \times 10^{-3} : 20 \times 10^{-3}$  м).

Для характеристики продуктивності сублиматора за масою сировини визначають питома навантаження на 1 м<sup>2</sup> поверхні продукту  $g$ .

$$g = \frac{G}{F_{заг}} \quad (6.76.)$$

При сублимаційному сушінні замороженого продукту тепло витрачається на власне сублимацію (перетворення льоду в пару) і на випаровування вологи з продукту.

Кількість тепла  $Q_l$  (в Дж), необхідного на власне сублимацію, визначають за формулою

$$Q_l = G_{\delta l} q_c \quad (6.77.)$$

де  $G_{\delta l}$  – кількість вологи, що усувається шляхом сублимації льоду, кг;

$q_c$  – середня питома теплота сублимації, Дж/кг.

В свою чергу

$$G_{61} = G \frac{W_1 - W_2}{100 + W_1}, \quad (6.78.)$$

де  $W_1$  – вологість замороженого вихідного продукту, %;

$W_2$  – вологість продукту в кінці процесу сублімації, тобто при температурі, близькій  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , %.

Середню питому теплоту сублімації визначають таким чином:

$$q_c = r_b - r_n \quad (6.79.)$$

де  $r_b$  – питома теплота випаровування води, Дж/кг;

$r_n$  – теплота плавлення льоду, Дж/кг.

Середню теплоту сублімації визначають для середньої температури сублімації, тобто для середньої температури між температурою заморожування  $t_1$  і кінцевою температурою сублімації  $t_2$ , рівною  $0\text{ }^\circ\text{C}$ .

Витрату тепла  $Q_2$  (в Дж) на випаровування вологи з продукту визначають за формулою

$$Q_2 = G_{62} r_b \quad (6.80.)$$

де  $G_{62}$  – кількість вологи, що усувається з продукту шляхом випаровування, кг.

$G_{62}$  визначають за формулою

$$G_{62} = G - G_{61} \frac{W_2 - W_k}{100 + W_2} \quad (6.81.)$$

При виробництві сухих молочних продуктів з наповнювачами, сухих дитячих молочних продуктів, замінників незбираного молока велику роль відіграють такі процеси, як перемішування сипучих матеріалів.

Основними показниками, що характеризують процес перемішування, є ступінь перемішування, інтенсивність і ефективність перемішування.

У загальному випадку ступенем перемішування характеризують взаємний розподіл двох або більшої кількості речовин після ідеального перемішування всієї системи.

Під інтенсивністю перемішування розуміють тривалість досягнення конкретного технологічного результату при постійній частоті обертання перемішуючого пристрою.

Під ефективністю перемішування прийнято розуміти витрати енергії на перемішування для отримання заданого технологічного результату.

Ступінь перемішування визначають за формулою

$$Y = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}, \quad (6.82.)$$

де  $X_1; X_2; \dots; X_n$  – відносні концентрації заданої речовини (ключового компонента) у взятих пробах;

$n$  – число взятих проб.

Відносну концентрацію заданої речовини (ключового компонента)  $X_i$  в будь-якій взятій пробі розраховують за формулою:

$$X_i = \frac{\Phi_i}{\Phi_{io}}, \quad (6.83.)$$

де  $\Phi_i$  – масова частка заданої речовини в пробі;

$\Phi_{io}$  – масова частка заданої речовини у всій суміші речовин, що перемішуються.

Інтенсивність перемішування оцінюють критерієм інтенсивності, який можна визначити як відношення інтенсивності перемішування до тривалості перемішування.

Критерій інтенсивності перемішування  $K_{II}$  визначають за формулою

$$K_{II} = \frac{Y}{\tau}, \quad (6.84.)$$

де  $\tau$  – тривалість перемішування.

Для оцінки процесу перемішування багатоконпонентних систем за ступенем та інтенсивності перемішування часто користуються поняттям ключового компонента, так званої заданої речовини.

Інші компоненти об'єднують в так званий умовний компонент. За розподілом ключового компонента в масі умовного компонента і судять про якість суміші.

Для характеристики перемішування можна скористатися також співвідношенням мас речовин, які змішуються, до початку змішування і після закінчення його.

При ідеальному перемішуванні

$$a : b : c = a' : b' : c' \quad (6.85.)$$

де  $a, b, c$  – маса компонентів, які змішуються до початку перемішування;

– маса компонентів, які змішуються у зразку проби суміші після завершення перемішування.

## РОЗДІЛ 7

### ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ

#### 7.1. Технохімічний контроль

Для забезпечення випуску готової продукції високої якості відповідно до вимог діючих стандартів, технічних умов, рецептур, технологічних інструкцій на молочних підприємствах існує система технохімічного контролю, до функцій якої входить:

- вхідний контроль сировини і основних матеріалів;
- виробничий контроль;
- приймальний контроль готової продукції;
- контроль тари і пакувальних матеріалів;
- контроль реактивів і хімікатів, що застосовуються на підприємстві;
- контроль миючих і дезінфікуючих матеріалів;
- контроль стану вимірювальних приладів;
- контроль витрат сировини, матеріалів і виходу готової продукції;
- контроль режиму якості миття і дезінфекції посуду, апаратури, обладнання.

Для здійснення технохімічного контролю використовують такі методи:

- органолептичний;
- фізико-хімічний;
- технічний;
- розрахунковий.

Технологічний контроль здійснюється відповідно до розроблених схем контролю згідно вимог діючої «Інструкції з технологічного контролю на підприємствах молочної промисловості», затвердженої у встановленому порядку.

Важливу роль відіграє методологічне забезпечення лабораторії, яке повинно відповідати спеціальним картам метрологічного забезпечення, наданим до технологічних інструкцій з виробництва різних видів молочних продуктів.

Таблиця 7.1.

**Схема контролю технологічного процесу  
виробництва молочних консервів**

| Об'єкт контролю                                 | Показники для контролю                        | Періодичність контролю               | Місце відбору             | Методи контролю                                    |
|---|---|--------------------------------------|---------------------------|--|
| 1   | 2   | 3                                    | 4                         | 5  |
| <b>Відділення приймання і зберігання молока</b> |   |                                      |                           |  |
| Молоко сире від господарств                     | Органолептичні показники                      | Кожна партія                         | З кожної фляги і цистерни | Органолептичний                                    |
|   | Температура, °С                               | Кожна партія                         | Також                     | Термометричний                                     |
|   | Густина, кг/м <sup>3</sup>                    | Кожна партія                         | Також                     | Ареометричний                                      |
|   | Чистота, група                                | 1 раз на декаду                      | Також                     | За еталоном  |
|   | Кислотність, °Т                               | 1 раз на декаду                      | Також                     | Титриметричний                                     |
|   | М.ч.ж., %                                     | Кожна партія                         | Також                     | Кислотний за Гербером                              |
|   | М.ч.білка, %                                  | Кожна партія                         | Також                     | Рефрактометричний                                  |
|   | Бакобсіменіння, тис./см <sup>3</sup>          | 1 раз на декаду                      | Також                     | Проба на редуктазу з резазурином                   |
|   | Вміст соматичних клітин, тис./см <sup>3</sup> | 1 раз на декаду                      | Також                     | Реакція з мастопримом                              |
|   | Пастеризація (від неблагополучних ферм)       | При доставці молока від хворих корів | Також                     | Проба на фосфатазу з фенолфталеїно-фосфатом натрію |
| Термостійкість                                  | Кожна партія                                  | Також                                | Алкогольна проба          |  |

Продовження таблиці 7.1.

| 1   | 2  | 3                       | 4                         | 5   |
|---|--|-------------------------|---------------------------|---|
|   | Наявність NH <sub>3</sub>  | При підозрі             | Також                     | Реакція з реактивом Неслера 3                                     |
|   | Наявність соди   | При підозрі             | Також                     | Реакція з бром тимоловим синім                                    |
|   | Наявність H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>  | При підозрі             | Також                     | Реакція з йодистим калієм і крохмалем 3                           |
|   | Наявність інгібіторів  | 1 раз на декаду         | Також                     | Проба резазурином і закваскою 3 і                                 |
|   | Важкі метали:<br>Ртуть<br>Залізо<br>Миш'як<br>Мідь<br>Свинець<br>Кадмій<br>Цинк<br>Олово | 1 раз на півроку        | Також                     | Хімічно Атомно-абсорбційні<br><br>Фотометричні Атомно-абсорбційні |
| <b>Апаратне відділення</b>                  |  |                         |                           |   |
| Молоко перед сепаруванням                   | СЗМЗ   | Кожна партія            | 3 резервуару              | Висушування   |
|   | М.ч.ж.   | Кожна партія            | 3 резервуару              | Кислотний   |
|   | Кислотність  | Кожна партія            | 3 резервуару              | Титрометричний  |
|   | Температура  | Кожна партія            | 3 резервуару              | Термометричний  |
| Знежирене молоко і вершки після сепарування | М.ч.ж.   | При кожному сепаруванні | 3 сепаратора кожні 30 хв. | Кислотний   |
|   | Кислотність  | При кожному сепаруванні | 3 сепаратора кожні 30 хв. | Титрометричний  |
| Нормалізована суміш                         | Температура  | Кожні 3 год.            | 3 резервуару              | Термометричний  |
|   | Кислотність  | Кожні 3 год.            | 3 резервуару              | Титрометричний  |



| 1  | 2                    | 3                              | 4                                    | 5  |
|--|----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
| <b>Сиропварне відділення</b>                   |                      |                                |                                      |  |
| Приготування цукрового сиропу                  | Температура сиропу   | 1 раз за кожну варку           | 3 ванни                              | Термометричний   |
|  | Вміст сахарози       | 1 раз за кожну варку           | 3 ванни                              | Рефрактометричний  |
| Приготування какао-порошку                     | Волога               | Кожна партія                   | 3 мішків                             | Висушування  |
| <b>Вакуум-апаратне відділення</b>              |                      |                                |                                      |  |
| Згущення ВВУ                                   | Температура          | Через 20–30 хв. протягом варки | 3 ВВУ                                | Термометричний   |
|  | Густина              | При кожній варці               | 3 ВВУ                                | Ареометричний  |
| <b>Відділення охолодження</b>                  |                      |                                |                                      |  |
| Охолодження згущеного молока з цукром          | Вміст сухих речовин  | Кожна варка                    | 3 вакуум-охолоджувача                | Висушування  |
|  | Вміст жиру           | Кожна варка                    | 3 вакуум-охолоджувача                | За Гербером  |
|  | Температура          | 2 рази на зміну                | 3 вакуум-охолоджувача                | Термометричний   |
|  | Вміст цукру          | кожна варка, внесення затравки | 3 вакуум-охолоджувача                | Йодометричний  |
| <b>Відділення сушіння</b>                      |                      |                                |                                      |  |
| Висушування                                    | Кислотність,         | Кожна партія                   | Зі сушарки                           | Титрометричний   |
|  | Ступінь чистоти      | Кожна партія                   | Зі сушарки                           | За еталоном  |
|  | Масова частка вологи | Кожна партія                   | Зі сушарки                           | Висушування  |
| <b>Відділення фасування згущених консервів</b> |                      |                                |                                      |  |
| Фасування                                      | Маса нетто           | Кожна варка при закупорюванні  | 3 транспортера до фасувальної машини | За різницею зважування банок (25 порожніх і з продуктом) |

## 7.2. Органолептичний контроль

Органолептичну оцінку молочних консервів (згущених і сухих) рекомендується проводити за 5-ти бальною шкалою: відмінно – 5; добре – 4 балів; задовільно – 3; ледь задовільно – 2; незадовільно – 1.

При органолептичній оцінці перевіряють зовнішній вигляд упаковки – оглядом споживчої та транспортної тари. При огляді звертають увагу на наявність і стан етикетки та пакувального матеріалу, змісту напису на етикетці і ін.

Органолептичні показники (смак, запах, консистенція, колір) визначають у нерозведеному продукті чи у відновленому вигляді (після розведення водою) залежно від досліджуваного показника і способу споживання в їжу даного продукту. Температура досліджуваних продуктів повинна бути від 15 до 20 °С.

Для розведення згущених молочних консервів зважують 40 г досліджуваного продукту у склянці з прозорого скла і заливають теплою дистильованою чи кип'яченою водою ( $40 \pm 2$  °С), доводять до 100 мл.

Для відновлення сухих молочних консервів готують наважки досліджуваних продуктів (у г):

|  |      |
|--|------|
| Молоко сухе незбиране (масова частка жиру 25%) – | 12,5 |
| Молоко сухе «Смоленське» –                       | 10,5 |
| Молоко сухе знежирене –                          | 9,0  |
| Суміші молочні «Малюк», «Малятко» –              | 16,0 |
| Вершки сухі –                                    | 16,0 |
| Вершки сухі з цукром –                           | 22,5 |
| Вершки сухі високожирні –                        | 75,0 |
| Молочнокислі сухі продукти –                     | 12,5 |
| Суміші сухі для морозива:                        |      |
| суміш типу вершкового –                          | 37,0 |

|  |      |
|--|------|
| суміш типу молочного –                                 | 32,0 |
| пломбір домашній –                                     | 48,0 |
| Сухий замінник незбираного молока –                    | 12,5 |
| Молоко регенероване для сільськогосподарських тварин – | 12,5 |
| Молоко сухе незбиране (масова частка жиру 20%) –       | 12,5 |

У склянку з наважкою сухого продукту приливають маленькими порціями теплу ( $40\pm 2$  °C) кип'ячену чи дистильовану воду, ретельно розтираючи грудки. Загальний об'єм рідини доводять до 100 мл. Вміст у склянці залишають у спокої на 10–15 хв. для набухання білків.

**Згущені молочні консерви.** Органолептичні показники згущених молочних консервів визначають візуальним оглядом і дослідженням підготованих для досліджень проб. Органолептичні показники згущених молочних продуктів наведені у табл. 7.2.

Зовнішній вигляд, колір, структуру і консистенцію згущених молочних консервів визначають після відкриття банки. При цьому особливу увагу звертають на поверхню продукту і внутрішню сторону верхньої кришки. Відзначають чистоту поверхні кришки, глянцевість поверхні продукту, відсутність пластівців білка, колоній плісень, можливе розшарування.

Колір визначають аналогічно як і при визначенні кольору незбираного молока. Осад визначають шпателем, зануривши його до дна банки і переміщаючи під нахилом. Якщо є осад, то необхідно прикласти більше зусилля. Консистенцію досліджують, спостерігаючи за швидкістю стікання продукту зі шпателя. При нормальній в'язкій консистенції згущене молоко легко стікає зі шпателя, а залишки його витягуються в ниткоподібну струю. Продукт рідкої консистенції легко і швидко стікає зі шпателя, а залишки краплями скапують з нього. Продукт з густою консистенцією сповзає зі шпателя грудками.

**Вимоги до органолептичних показників згущених молочних консервів**

| <b>Згущене молоко (масова частка жиру 0,5–8,5 %), вершки (м.ч.ж. 15–25) і вершки з цукром (38–44 %)</b>  | <b>Згущене стерилізоване молоко (масова частка жиру 0,5–8,6 %)</b>   |
|--|--|
| <b>Зовнішній вигляд</b>  |  |
| Однорідна, глянцева маса з рівною, чистою поверхнею  | Однорідна рідина з рівною чистою поверхнею   |
| <b>Колір</b>   |  |
| Білий з кремовим відтінком, рівномірний по масі. Для нежирних консервів слабо-голубий відтінок, для консервів з наповнювачами – темно-коричневий   | Однорідний, наближається до кольору натурального молока, зі слабо-кремовим відтінком. Для консервів з наповнювачами – світло-коричневий                  |
| <b>Структура і консистенція</b>  |  |
| Однорідна, без наявності відчутних кристалів лактози. Допускається слабомучниста   | Однорідна, подібна до рідких вершків. Допускається незначний осад на внутрішній поверхні банки   |
| <b>Запах, смак і аромат</b>  |  |
| Чисті з вираженим запахом і смаком топленого молока чи вершків. Смак солодкий. Допускається слабкий кормовий смак. Для консервів з наповнювачами – добре виражені запах, смак і аромат наповнювача. Для нежирних консервів – недостатньо виражені запах, смак і аромат | Чисті з характерним слабосолодко-соленим смаком пряженого молока чи вершків. Для консервів з наповнювачами – характерні запах, смак і аромат наповнювача |

Запах, смак і аромат визначають відразу після визначення структури і консистенції продукту. Якщо на дні банки виявлено осад, то банку попередньо

нагрівають до 26–30 °С на водяній бані при температурі 50–60 °С, а потім охолоджують до 18–20 °С.

При оцінці смаку, запаху і аромату особливу увагу звертають на їх інтенсивність та наявність вад. Це здійснюють тому, що в результаті ферментативних і неферментативних процесів при зберіганні молочних консервів змінюються смак, запах і аромат.

Правильно проведена органолептична оцінка свіжовиготовленого згущеного молока дозволяє прийняти рішення про термін його зберігання, а також попередити можливу причину його псування.

*Сухі молочні продукти.* Оскільки сухі молочні продукти відносяться до продуктів з довготривалим терміном зберігання, тому при органолептичній оцінці звертають увагу на зовнішній вигляд тари і пакування. Зовнішній вигляд, колір, структуру і консистенцію оцінюють після відкриття тари: оглядають поверхню продукту (наявність чи відсутність кірки), сторонні забруднення, які видаляють. Продукт перемішують і визначають колір, структуру, консистенцію, наявність щільних грудочок. За зовнішнім виглядом всі сухі молочні продукти є сухою однорідною порошкоподібною масою. Органолептичні властивості сухих молочних продуктів наведені у табл. 7.3.

Таблиця 7.3.

**Вимоги до органолептичних показників сухих молочних консервів**

| <b>Сухе молоко (масова частка жиру 1–25 %), вершки (масова частка жиру 42–75 %), кисломолочні продукти (масова частка жиру 25 %)</b> |  |
|--|--|
| Колір  | Білий із слабо-кремовим відтінком, для сухого знежиреного молока плівкової сушки – кремовий, для кисломолочних продуктів – від світло-кремового до кремового, для сухого незбираного молока швидкорозчинного і вершків – білий з кремовим відтінком і згущених вершків – світло-жовтий, рівномірний по масі. У молоці першого сорту допускається наявність пригорілих частинок |

| 1   | 2  |
|---|--|
| Структура і консистенція  | Дрібний сухий порошок чи порошок, що складається з окремих конгломерованих частинок. У молоці 1-го сорту допускається наявність пригорілих частинок. У кисломолочних продуктах допускається незначна кількість грудочок, що легко розсипаються при механічній дії, для вершків 1-го сорту – грудково-крихка структура. Високожирні вершки – малосипучий порошок, для 1-го сорту допускається крупчастість. Сухе знежирене молоко плівкової сушки – сухий порошок |
| Запах, смак і аромат  | Властиві свіжим пастеризованим молоку і вершкам. У молоці 1-го сорту допускається смак перепастеризації, слабо кормовий смак. У сухому знежиреному молоці плівкової сушки – запах і смак, властиві перепастеризованому знежиреному молоку. Для високожирних вершків – злегка солодкуватий смак, властивий сухим вершкам. У вершках 1-го сорту допускається сальний і слабокормовий, а в кисломолочних продуктах – слабо виражений кислий смак                    |
| <b>Сухе молоко з рослинними компонентами<br/>(масова частка жиру 12–25 %)</b> |  |
| Колір   | Білий з кремовим відтінком, для молока плівкової сушки з гідрогенізованим жиром – кремовий, рівномірний по масі. Для молока з солодовим екстрактом – кремовий з сіруватим відтінком, допускається наявність темних частинок солодового екстракту   |

| 1  | 2   |
|--|---|
| Структура і консистенція   | Молоко з гідрогенізованим жиром після розпилювальної сушки – дрібний, сухий порошок чи порошок з конгломерованих частинок, молоко з гідрогенізованим жиром після плівкової сушки – порошок з подрібнених плівок. В молоці з солодовим екстрактом допускається наявність частинок солодового екстракту. Для всіх видів молока і вершків допускається незначна кількість грудочок, що легко розсипаються при механічній дії |
| Запах, смак і аромат   | Властиві свіжому пастеризованому молоку з відповідним смаком рослинного жиру, гідрогенізованого жиру, солодового екстракту. Для молока з гідрогенізованим жиром допускається смак перепастеризованого молока(при плівковій сушці) і слабкий кормовий смак   |
| <b>Сухі кисломолочні продукти сублімаційної сушки<br/>(масова частка жиру 26–40 %)</b> |   |
| Колір  | Білий з кремовим відтінком, для плодово-ягідного йогурту – колір відповідного наповнювача, рівномірний по масі  |
| Структура і консистенція   | Сухий порошок з частинок різної форми і розмірів, що легко розсипається від механічної дії  |
| Запах, смак і аромат   | Чисті, кисломолочні. Для солодкого і плодово-ягідного йогурту – солодкий, із смаком відповідного наповнювача  |
| <b>Сухі дитячі кисломолочні продукти (масова частка жиру 25–27 %)</b>                  |   |
| Колір  | Білий з кремовим відтінком, для «Малютка» – кремовий, для молочних каш з рисовою чи манною крупною – від білого до кремового, з гречаною мукою і толокном – кремовий, рівномірний по масі. Допускається наявність темних частинок манної крупи, гречаної муки і толокна   |

| 1                        | 2  |
|--------------------------|--|
| Структура і консистенція | Дрібний однорідний порошок. Допускається наявність розсипчастих грудочок, для «Малюка» – темних частинок гречаної муки, для «Малятка» – частинок солодового екстракту, для молочної каші – частинок манної крупи   |
| Запах, смак і аромат     | Чисті. Для «Детолакту» і «Сонечка» допускається слабкий смак кокосової і кукурудзяної олій, для «Малюка» з мукою – легкий смак рисової, гречаної муки, толокна, для «Малятка» – легкий солодовий, для молочних каш – смак рисової, гречаної муки, толокна або манної крупи |

### 7.3. Мікробіологічний контроль

У молочній промисловості мікроорганізми відіграють, як відомо, особливу роль. Виробництво всіх кисломолочних продуктів (йогурту, кефіру, кисломолочного сиру, сметани) базується на використанні мікробіологічних процесів. У той же час, розвиток чисельних вад як у молоці, так і в молочних продуктах, їх псування, викликані розмноженням сторонньої, небажаної мікрофлори. У молоко та молочні продукти можуть попадати і хвороботворні мікроорганізми. Якщо при цьому створюються сприятливі умови для їх розвитку, продукти можуть викликати серйозні харчові захворювання – інтоксикації і токсикоінфекції. Небезпека таких захворювань посилюється, коли підприємство переробляє велику кількість молочної сировини і має значний асортимент. У зв'язку з цим, вивчення мікрофлори як корисної, так і небажаної чи навіть шкідливої, необхідне для успішного функціонування молокопереробних підприємств та молочної галузі у цілому.

Дослідження вмісту мікрофлори, термін дотримання заходів профілактики їх появи у молочній сировині та молочних продуктах, ретельний



мікробіологічний контроль – ось складові загального успіху у дотриманні якісного, безпечного асортименту молочних продуктів в Україні.

*Відбір середніх проб для мікробіологічних досліджень.* Для мікробіологічних досліджень проби відбирають до відбору проб для оцінки фізико-хімічних характеристик молока. Проби відбирають стерильними пристосуваннями (щупом, пробійником) в стерильний посуд об'ємом 50 мл і щільно закривають. Колотівка, черпак чи пробійник для відбору сирого молока стерилізується. Відбір проб окремих видів молочної продукції проводять відповідно до діючого ДСТУ на методи мікробіологічних досліджень.

Мікробіологічні дослідження продукту проводять відразу або не пізніше 4 год. з моменту відбору проб при температурі зберігання не вище 6 °С.

При контролі якості сировини чи продукту потрібно звертати увагу на його загальну бактеріальну забрудненість і наявність БГКП для чистоти.

При організації мікробіологічного контролю потрібно керуватися діючою інструкцією з мікробіологічного контролю на підприємствах молочної промисловості, а також нормативно-технічною документацією на сировину.

Кожну партію згущених молочних консервів контролюють за вмістом загальної кількості бактерій і бродильного титру.

За мікробіологічними показниками згущені молочні консерви повинні відповідати вимогам, що наведені в табл. 7.4.

Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів в продукті повинен відповідати нормам, установленим МОЗ України, що зазначені в табл. 7.5.

За мікробіологічними показниками сухі молочні консерви повинні відповідати вимогам, що наведені в табл. 7.6.

Вміст токсичних елементів в продуктах повинен відповідати нормам, установленим МОЗ України, що зазначені в табл. 7.7.

Вміст токсичних елементів в продуктах повинен відповідати нормам, установленим МОЗ України, що зазначені в табл. 7.7.

Таблиця 7.4.

**Мікробіологічні показники згущених молочних консервів**

| Назва показника  | Норма                               | Метод контролю                              |
|--|-------------------------------------|---|
| Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більше | $2,5 \cdot 10^4$                    | Згідно з ДСТУ 7357:2013                     |
| Бактерії групи кишкових паличок, в: спожитковій тарі в 1,0 г продукту транспортній тарі в 0,3 г продукту | Не допускається<br><br>Те саме<br>» | Згідно з ДСТУ 7357:2013<br><br>Те саме<br>» |
| Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25 г продукту                               | Не допускається                     | Інструкція 1135                             |

Таблиця 7.5.

**Показники безпеки згущених молочних консервів**

| Назва показника                     | Норма           | Метод контролювання |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Токсичні елементи, не більше мг/кг: |                 |                     |
| Свинець                             | 0,3             | Згідно з ГОСТ 26932 |
| Кадмій                              | 0,1             | Згідно з ГОСТ 26933 |
| Миш'як                              | 0,15            | Згідно з ГОСТ 26930 |
| Ртуть                               | 0,015           | Згідно з ГОСТ 26927 |
| Мідь                                | 3,0             | Згідно з ГОСТ 26931 |
| Цинк                                | 15,0            | Згідно з ГОСТ 26934 |
| Олово                               | 200,0           | Згідно з ГОСТ 26935 |
| Мікотоксини, не більше, мг/кг:      | Не допускається | МР № 4082           |
| афлатоксин В <sub>1</sub>           | (<0,001)        | Те саме             |
| афлатоксин М <sub>1</sub>           | (<0,0005)       | »                   |

Продовження таблиці 7.5.

|                               |                 |           |
|-------------------------------|-----------------|-----------|
| Антибіотики, не більше, од/г: |                 |           |
| тетрациклінової групи         | <0,01           | МР № 3049 |
| пеніцилін                     | <0,01           | Те саме   |
| стрептоміцин                  | <0,5            | »         |
| Гормональні препарати, мг/кг: |                 |           |
| діетилстильбестрол            | Не допускається | МР № 2944 |
| естрадіол-17β                 | 0,0002          | МР № 3208 |

Таблиця 7.6.

### Мікробіологічні показники сухих молочних консервів

| Назва показника   | Норма                 |                     |                       |                  |                  |                  | Метод контролю           |
|---|-----------------------|---------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|
|   | Сухе знежирене молоко |                     | Сухе незбиране молоко |                  | Сухі вершки      |                  |                          |
|   | в споживчій тарі      | в транспортній тарі | вищий гатунок         | перший гатунок   | вищий гатунок    | перший гатунок   |                          |
| Кількість мезофільних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більше | $1,0 \cdot 10^5$      | $5,0 \cdot 10^4$    | $5,0 \cdot 10^4$      | $7,0 \cdot 10^4$ | $5,0 \cdot 10^4$ | $7,0 \cdot 10^4$ | Згідно з ДСТУ 7357 :2013 |
| Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 г продукту  | Не допускається       |                     |                       |                  |                  |                  | Те саме                  |
| Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25 г продукту                      | Не допускається       |                     |                       |                  |                  |                  | Інструкція 1135          |

## Показники безпеки сухих молочних консервів

| Назва показника                                | Норма           | Метод контролю      |
|--|-----------------|---------------------|
| Токсичні елементи, не більше мг/кг:            |                 |                     |
| Свинець  | 0,1*            | Згідно з ГОСТ 26932 |
| Кадмій   | 0,03            | Згідно з ГОСТ 26933 |
| Миш'як   | 0,05            | Згідно з ГОСТ 26930 |
| Ртуть  | 0,005           | Згідно з ГОСТ 26927 |
| Мідь   | 1,0             | Згідно з ГОСТ 26931 |
| Цинк   | 5,0             | Згідно з ГОСТ 26934 |
| Мікотоксини, не більше, мг/кг:                 | Не допускається | МР № 4082           |
| афлатоксин М <sub>1</sub>                      | <0,0005         | Те саме             |
| Антибіотики, не більше, од/г:                  |                 |                     |
| тетрациклінової групи                          | <0,01           | МР № 3049           |
| пеніцилін                                      | <0,01           | Те саме             |
| стрептоміцин                                   | <0,5            | »                   |
| Гормональні препарати, мг/кг:                  |                 |                     |
| діетилстильбестрол                             | Не допускається | МР № 2944           |
| естрадіол-17β                                  | 0,0002          | МР № 3208           |
| * Примітка. У перерахунку на вихідний продукт. |                 |                     |

## 7.4. Методи контролю молочних консервів

Відбір проб для досліджень

При фасуванні продукту в умовах молочних консервних заводів у великі жерстяні банки чи бочки під час розливу відбирають з-під крана біля 2 кг згущеного молока. З цієї кількості беруть по 300 г для хімічних досліджень та органолептичної оцінки і закатують 2 банки для контрольного зберігання.

При фасуванні продукту у дрібну тару відбирають 4 банки під час розливу (дві – для хімічних досліджень та органолептичної оцінки і 2 – для контрольного зберігання).

При прийманні на міських молочних заводах, холодильниках і базах з кожної партії згущеного молока відбирають 3 % ящиків (але не менше 2-х), з них відбирають 4–6 банок дрібного фасування і 3 банки великого. Від партії згущеного молока, розфасованого в бочки чи барабани, відбирають 3 % місць.

Під час кожного варіння з відібраних банок у дрібній тарі для досліджень відбирають 2. Проби з великих банок відбирають після їх відкриття і ретельного перемішування. Перед варінням великі банки і бочки зі згущеним молоком перевертають догори дном і залишають на добу (для рівномірного розподілу кристалів, що могли утворитись, по всій масі). У кожен одиницю фасування повільно опускають пробник чи щуп до дна, відбирають порцію, швидко її виймають і переносять у чисту суху банку з притертим корком. Якщо консистенція згущеного молока однорідна, то перед дослідженням її лише ретельно перемішують.

У випадку виявлення осаду цукру, банку з молоком занурюють у воду при температурі 50–60 °С і нагрівають продукт до 30 °С, перемішують і охолоджують до 20 °С. Якщо кристали цукру великі, то перед нагріванням вміст розтирають у фарфоровій ступці до отримання однорідної консистенції.

#### Приготування проб згущеного молока для досліджень

На технічних вагах відважують у хімічну склянку 100 г згущеного молока, наливають 100 мл дистильованої води температурою 60–70 °С і ретельно перемішують. Розчин зі склянки переливають у мірну колбу на 250 мл; воду, яку приливали у склянку, також зливають у мірну колбу. Вміст колби охолоджують до 20 °С і рівень розчину доводять до мітки. Отримане розведення використовують для досліджень.

## Дослідження зовнішнього вигляду фасування

1. Зовнішній вигляд фасування визначають оглядом всіх фасувальних одиниць (банки, туби, коробки, мішки, бочки), відібраних для досліджень.

2. При огляді визначають наявність і стан паперових етикеток, літографічного відтиску, вмісту напису на етикетці, стану фасувального матеріалу, якості зсідання продукції і склеювання фасувального матеріалу, а також вади фасування: порушення герметичності та пошкодження фасування, потьоки, здуття кришки та «дна».

3. У металічних банках особливо відзначають деформацію корпусу, кришок, іржаві плями чи ступінь їх поширення, вади поздовжнього і поперечного швів: у алюмінієвих туб – пошкодження емалевого покриття, вм'ятини; на дерев'яних бочках – пошкодження, вм'ятини, стан обручів, заклепок, потьоки, старе маркування.

## Дослідження герметичності металічних банок (занурюванням у гарячу воду)

1. Металічні банки попередньо вивільняють від етикеток, промивають теплою водою, протирають, особливо ретельно очищають від забруднень фальці і поздовжній шов.

2. Банки поміщають в один ряд у попередньо нагріту до кипіння воду так, щоб після занурення банок температура води була не нижче 85 °С. Воду беруть у 4-кратній кількості до маси банок; шар води над банками повинен бути не менше 25–30 мм.

3. Банки витримують у гарячій воді 5–7 хв. у вертикальному положенні (на кришці зверху і знизу).

4. Поява міхурців повітря в якому-небудь місці банки вказує на її негерметичність. Поява міхурців повітря на початку досліджень у різних місцях фальця при зануренні банки у нагріту до кипіння воду і їх швидке зникнення не є показником *негерметичності*, оскільки міхурці повітря можуть виходити з фальця герметичної банки.

5. Для наступних досліджень відбирають лише герметичні банки.

Дослідження стану внутрішньої поверхні металічних банок

Стан внутрішньої поверхні металічних банок визначають оглядом банок, вивільнених від вмісту, промитих водою і швидко протертих насухо. При цьому визначають ступінь поширення темних плям, кольору, наявність та поширення іржі, наявність та розмір напливів припою всередині банок.

Дослідження маси «нетто»

#### *I. Дослідження маси «нетто» до 5 кг*

Для дослідження маси «нетто» використовують всі пакувальні одиниці, відібрані для досліджень.

1. Одну з фасувальних одиниць (банку, коробку) ретельно вивільняють від вмісту і зважують. При визначенні маси «нетто» згущених молочних консервів банку (тубу) миють, сушать і зважують разом з етикеткою.

2. Потім зважують кожну з решти одиниць фасування, не вивільняючи їх від упаковки. При цьому на шальку терезів з різноважками кладуть тару, вивільнену від першого зважування.

3. При дослідженні маси «нетто» до 0,5 кг консерви зважують з точністю до 0,1 г; від 0,5 до 5 кг – з точністю 5 г.

Масу «нетто» визначають за різницею між масою «брутто» і масою тари.

#### *II. Дослідження маси «нетто» більше 5 кг*

Визначають зважуванням 2-х фасованих одиниць з відібраних для досліджень з подальшим вивільненням тари і її зважуванням. При вивільненні тари від вмісту тару споліскують водою, змивають весь продукт, висушують і зважують з точністю до 0,2 кг.

Масу «нетто» визначають за різницею між масою «брутто» і масою тари.

Дослідження масової частки жиру

1. У жиромір відміряють 10 мл сірчаної кислоти (густина 1,81–1,82),

10,77 мл розведеного згущеного молока (див. вище) і 1 мл ізоамілового спирту.

2. Далі визначення проводять, як і в цільному молоці.

3. Розраховують вміст жиру (%) в згущеному молоці, перемножуючи «відлік за шкалою жироміра» на 2,57.

### **Дослідження кислотності**

1. У жиромір відмірюють 10 мл розведеного згущеного молока, додають 20 мл дистильованої води.

2. Приливають 3 краплі фенолфталеїну, розмішують і відтитровують 0,1 н. розчином NaOH до слабо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хв.

3. Розраховують кислотність ( $^{\circ}\text{T}$ ), перемноживши на «25» кількість розчину лугу (мл), витраченого на титрування.

### **Дослідження кислотності у згущеній і сухій молочній сироватці**

1. Наважку 2,5 г згущеної сироватки розчиняють у мірній колбі на 100 мл в гарячій (50–60  $^{\circ}\text{C}$ ) воді.

2. Вміст колби охолоджують до 20  $^{\circ}\text{C}$ , доливають до мітки, перемішують і фільтрують, перевертаючи декілька разів.

3. Відбирають 50 мл розчину і титрують 0,1 н. розчином NaOH в присутності фенолфталеїну. Результати титрування перемножують на 80 і отримують кислотність згущеної сироватки в градусах Тернера. У сухій молочній сироватці кислотність визначають аналогічно, лише наважку беруть 0,7 г.

### **Техніка досліджень згущеного стерилізованого молока**

Відбирають проби, розводять їх водою (див. вище). Дослідження вмісту жиру, кислотності та інших показників можна проводити аналогічно, як і в розведеному молоці з цукром, але при дослідженні вмісту жиру центрифугують «тричі».



## Дослідження вологи у згущених молочних консервах

1. Склянку (бюкс) з 25 г прокаленого піску і скляною паличкою поміщають у сушильну шафу ( $t 102 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) на 30 хв., охолоджують в ексикаторі протягом 30 хв. і зважують.

2. Пісок зсувають паличкою в один бік, а на поверхню склянки, вільну від піску, поміщають 1,5–2 г згущених молочних консервів з цукром чи 2,5–3 г згущеного стерилізованого молока. Склянку закривають кришкою і зважують.

3. Дещо нахиливши склянку, приливають 5 мл гарячої води ( $85\text{--}90 \text{ }^\circ\text{C}$ ) так, щоб вода не змішувалась з піском, перемішують наважку з водою, потім наважку, розведену водою, змішують з піском.

4. Відкриту склянку поміщають на 1 год. для підсушування на киплячу водяну баню, обережно помішуючи вміст паличкою.

Дно склянки повинно знаходитись над парою. Коли більша частина вологи випаровується і утворюється крихка маса, перемішування припиняють, паличку кладуть у склянку так, щоб вона не заважала закрити склянку кришкою при охолодженні і зважуванні.

5. Для підсушування відкриту склянку з досліджуваним продуктом поміщають у сушильну шафу при температурі ( $102 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) на 2 год. Ртутна кулька термометра повинна знаходитись на рівні склянки.

По закінченні 2 год. склянку закривають кришкою, поміщають для охолодження в ексикатор на 30–40 хв. і зважують.

6. Склянку повторно поміщають у сушильну шафу, витримують протягом 1 год, охолоджують і зважують.

7. Якщо зменшення в масі після 1-го і 2-го висушувань не перевищує 0,0005 г, то висушування закінчують.

Якщо зменшення в масі перевищує 0,0005 г, склянку знову поміщають у сушильну шафу.

Масову частку вологи у згущених молочних консервах ( $W$ ) у відсотках вираховують за формулою:

$$W = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m - m_2},$$

де:  $m$  – маса склянки з піском, скляною паличкою і наважкою досліджуваного продукту до висушування, г;

$m_1$  – маса склянки з піском, скляною паличкою і наважкою досліджуваного продукту після висушування, г;

$m_2$  – маса склянки з піском і скляною паличкою, г.

Розбіжність між паралельними дослідженнями не повинна перевищувати 0,1 %. За результат досліджень беруть середнє арифметичне двох паралельних досліджень.

#### Визначення вмісту вологи з допомогою рефрактометра РЛ-2

Базується на залежності показника заломлення променя, що проходить через згущене молоко, від вмісту в ньому сухих речовин. Вміст вологи визначають у готовій продукції, а також у вакуум-апараті для встановлення завершення згущення молока.

##### *Техніка визначення.*

1. Встановлюють рефрактометр.
2. Краплю молока наносять на нижню призму рефрактометра і закривають її верхньою призмою. За допомогою дзеркала спрямовують промінь світла на верхню призму.
3. Спостереження проводять через окуляр. Повертанням важеля встановити райдужну межу світлотіні.
4. Повертанням окуляра домогтись співвідношення меж світла і тіні з показником в полі зору.
5. За правою шкалою рефрактометра відраховують вміст сухої речовини і встановлюють відсоток (%) вологи в молоці, віднімаючи від 100 відсоток (%) сухої речовини.

Якщо вміст води в молоці визначають після його охолодження, то

кристали молочного цукру необхідно перевести у розчин. Для цього 30 г добре перемішаного молока поміщають у широку коротку пробірку з гумовим корком і встановленим у неї термометром.

Закривають пробірку так, щоб термометр був зануреним у згущене молоко, опускають пробірку у воду при температурі 75 °С до нижнього рівня пробірки, нагрівають молоко до 70 °С і витримують 30 хв. Потім охолоджують до 20 °С, витримавши при даній температурі 3–5 хв., наносять на призму рефрактометра краплю молока.

Далі досліджують аналогічно.

*Приклад:* вміст сухих речовин у молоці за шкалою рефрактометра дорівнює 75 %. Кількість вологи в молоці:  $100 - 75 = 25$  %.

Дослідження цукру в згущених і сухих молочних продуктах

*Суть методу:* метод базується на окисненні редуруючи цукрів (лактоза, глюкоза) надлишком йоду у лужному середовищі і дослідженні вмісту цукру за різницею між кількістю взятого йоду і надлишком йоду, визначеного титруванням тіосульфатом натрію.

*Підготовка до дослідів:*

1. Приготування розчину сірчаноокислої міді.

69,3 г перекристалізованої сірчаноокислої міді, що не містить заліза, зважують і розчиняють у мірній колбі ємністю 1 л.

2. Приготування розчину соляної кислоти для інверсії молярною концентрацією 7,3 моль/дм<sup>3</sup>.

До 120 мл соляної кислоти густиною 1,19 г/см<sup>3</sup> додають 80 мл води.

3. Приготування розчину йоду молярної концентрації 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.

12,5 г дрібно розтертого йоду переносять у хімічну склянку місткістю 100–160 мл, додають 20–25 г йодистого калію і 25 мл води. Суміш час від часу перемішують для пришвидшення розчинення. Після розчинення йоду розчин переливають у мірну колбу об'ємом 1 л і доводять його до мітки, споліскуючи склянку водою, добре перемішують.

4. Приготування розчину двохромовокислого калію молярної концентрації 0,017 моль/дм<sup>3</sup>.

4,9038 г перекристалізованого двохромовокислого калію і висушеного при 160 °С переносять у мірну колбу об'ємом 1 л, розчиняють і доводять водою об'єм розчину до мітки.

5. Приготування розчину тіосульфату натрію молярної концентрації 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.

24,8 г тіосульфату натрію переносять у мірну колбу об'ємом 1 л, розчиняють, додають 0,2 г безводного вуглекислого натрію і доводять об'єм розчину до мітки. Для приготування розчину тіосульфату використовують дистильовану охолоджену воду. Охолоджують воду у колбі, закритій корком, через який проходить хлоркальцієва трубка, заповнена кусочками *натронного* вапна.

6. Титр розчину тіосульфату встановлюють наступним чином: в конічну колбу об'ємом 500–750 мл з притертим корком вносять 1–2 г йодистого калію, розчиняють його в 2–3 мл води, додають 5 мл соляної кислоти, розведеної 1 : 5 і 20 мл розчину двохромовокислого калію молярною концентрацією 0,017 моль/дм<sup>3</sup>.

Закривши колбу корком, вміст ретельно перемішують, дають розчину постояти 5 хв., після чого титрують розчином тіосульфату (титр якого встановлюють), приливаючи його з бюретки поступово, постійно перемішуючи рідину.

Коли коричневий колір розчину перейде у жовтувато-зелений, додають до колби 1 мл розчину крохмалю і для чіткішого визначення завершення титрування – 250–300 мл води.

Титрування продовжують, приливаючи тіосульфат натрію краплями до різкого переходу кольору розчину від синього до світло-зеленого, обумовленого іонами 3-валентного хрому.

Титр тіосульфату натрію, виражений в грамах сахарози ( $T_{сах}$ ), вираховують за формулою:

$$T_{сах} = \frac{0,0171 \cdot 20}{V},$$

де: 0,0171 – маса сахарози, що відповідає 1 мл розчину тіосульфату натрію з молярною концентрацією 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, г;

20 – об'єм розчину двохромовокислого калію з молярною концентрацією 0,017 моль/дм<sup>3</sup>;

V – об'єм тіосульфату натрію, витраченого на титрування 20 мл розчину двохромовокислого калію молярною концентрацією 0,017 моль/дм<sup>3</sup>, мл.

*Примітка:* замість сахарози – реактиву ч.д.а. допускається застосовувати цукор-рафінад, попередньо висушений в ексікаторі над концентрованою сірчаною кислотою чи прокаленим хлористим кальцієм протягом 3 діб.

Висушений цукор-рафінад містить практично 100 % сахарози.

Визначення масової частки сахарози

#### *1. Приготування фільтрату згущених молочних консервів*

1. Згущені молочні консерви відновлюють. З цією метою зважують у хімічну склянку об'ємом 200 мл 100 г згущеного молока з цукром, кавою чи какао із згущеним молоком і цукром чи 50 г згущених вершків з цукром, каву чи какао із згущеними вершками і цукром.

2. Наважку розчиняють у гарячій воді (60–70 °С), а для свіжовиготовлених консервів використовують воду кімнатної температури і переносять кількісно через лійку в мірну колбу об'ємом 250 мл.

3. Закривають колбу корком і вміст ретельно перемішують.

4. 25 мл розведеного згущеного молока з цукром, кавою чи какао із згущеним молоком і цукром вносять у мірну колбу об'ємом 500 мл.

5. 25 мл розведених згущених вершків з цукром, кавою чи какао із згущеними вершками і цукром вносять у мірну колбу об'ємом 500 мл.

6. В мірну колбу вносять 10 мл розчину сірчанокислої міді; добре перемішують і дають відстоятись 1 хв.

7. Потім додають 4 мл розчину гідроксиду натрію молярною

концентрацією  $1 \text{ моль/дм}^3$ , вміст колби знову добре перемішують круговими рухами, не збовтуючи, щоб не вбити повітря у осад, і залишають у спокої на 5 хв.

8. Після появи над осадам прозорого шару рідини (це вказує на повноту осадження), колбу доливають водою до мітки, вміст сильно збовтують і залишають у спокої на 20–30 хв.

9. Потім рідину фільтрують через сухий складчастий фільтр у суху колбу, перші 25–30 мл фільтрату відкидають і не використовують.

## *II. Приготування фільтрату сухих молочних продуктів*

1. У хімічну склянку об'ємом 100 мл зважують 5 г сухих вершків з цукром чи сухих сумішей для морозива.

2. Поступово додають невеликими порціями 10 мл гарячої води ( $70\text{--}75 \text{ }^\circ\text{C}$ ), розтираючи суміш скляною паличкою до отримання однорідної маси.

3. Вміст переносять кількісно у мірну колбу об'ємом 250 мл, зливаючи залишки водою при ( $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Загальну кількість рідини в колбі доводять до 125–150 мл. Додають в колбу 10 мл сірчаної міді і далі діють аналогічно п. I. (приготування фільтрату згущених молочних консервів).

## **Визначення редукуючої властивості фільтрату до інверсії**

1. У конічну колбу з притертим корком об'ємом 250 мл приливають піпеткою 25 мл фільтрату (що відповідає 0,5 г продукту) і 25 мл розчину йоду молярної концентрації  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  (моль/л).

2. Суміш перемішують і потім приливають з бюретки повільно, при постійному перемішуванні вмісту колби, 37,5 мл розчину гідроксиду натрію молярної концентрації  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  (моль/л). Закривають колбу корком і залишають в темному місці на 20 хв. при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

3. Через 20 хв. в колбу приливають 8 мл розчину соляної кислоти молярної концентрації  $0,5 \text{ моль/дм}^3$  (моль/л), перемішують і титрують виділений йод розчином тіосульфату натрію молярної концентрації  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  (моль/л), приливаючи його повільно при постійному

перемішуванні, до світло-жовтого забарвлення розчину. Потім додають 1 мл розчину крохмалю і продовжують титрувати до зникнення синювато-фіолетового забарвлення.

### **Визначення редуруючої властивості фільтрату після інверсії**

1. 25 мл фільтрату вносять в іншу конічну колбу і, закривши нещільно колбу корком з пропущеним в нього термометром так, щоб ртутна кулька знаходилась у рідині, нагрівають колбу на водяній бані до 65–70 °С.

2. Привідкривши корок, приливають у колбу піпеткою 2,5 мл соляної кислоти для інверсії, перемішують і витримують у водяній бані при тій же температурі 10 хв., при частковому перемішуванні протягом 3-х хв. Не виймаючи термометра, колбу швидко охолоджують до 20 °С.

3. Додавши в колбу 1 краплю розчину метилового оранжевого, при безперервному перемішуванні, постійно приливають розчин гідроксиду натрію молярної концентрації 1 моль/дм<sup>3</sup> до слабокислої реакції (забарвлення розчину змінюється з рожевого на жовто-оранжеве). Термометр виймають з колби, споліскують його кінчик першими порціями розчину гідроксиду натрію.

До нейтралізованого розчину додають 25 мл розчину йоду молярної концентрації 0,1 моль/дм<sup>3</sup> (моль/л), повільно приливають при постійному перемішуванні, 37,5 мл розчину гідроксиду натрію молярної концентрації 0,1 моль/дм<sup>3</sup> (моль/л), закривають колбу корком і залишають у темному місці на 20 хв. при 20 °С. Подальші дослідження проводять аналогічно попередньому. Кінець титрування встановлюють за переходом забарвлення з синьо-фіолетового на блідо-рожеве, зумовлене присутністю метиленового оранжевого.

#### *4. Обробка результатів*

Масову частку сахарози ( $X_c$ ) у відсотках вираховують за формулою:

$$X_c = \frac{(V_1 - V_2) \cdot T_{сах} \cdot 0,99 \cdot 100}{m},$$

де:  $V_1$  – об'єм розчину тіосульфату, витраченого на титрування до

інверсії, мл;

$V_2$  – об'єм розчину тіосульфату, витраченого на титрування після інверсії, мл;

$T_{сах}$  – титр розчину тіосульфату, г сахарози;

0,99 – емпіричний коефіцієнт (поправка на реакцію фруктози з йодом);

$m$  – наважка продукту ( $\approx 25$  мл фільтрату), взята для титрування, рівна 0,5 г.

Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна перевищувати 0,3 % сахарози.

За результат досліджень беруть середнє арифметичне 2-х паралельних визначень.

#### *5. Проведення контрольного дослідження*

У хімічну склянку (100 мл) зважують 43,5 г сахарози (ч.д.а.), розчиняють у цільному молоці і кількісно переносять в мірну колбу (250 мл), доводять об'єм розчину до мітки молоком.

Колбу з розчином перемішують круговими рухами до повного розчинення сахарози, потім доливають молоко до мітки колби і вміст ретельно перемішують. Такий розчин відповідає 100 г згущеного молока з цукром (43,5 %), розведеного водою до 250 мл. Далі визначення проводять аналогічно.

#### *Примітка*

Якщо в контрольному розчині вирахований вміст сахарози відрізняється від 43,5 % більше, ніж на 0,3 %, то необхідно змінювати розчини чи внести відповідну поправку в результати, отримані описаним вище методом.

### **Дослідження сухих молочних продуктів**

#### **Фізико-хімічні показники сухих молочних продуктів**

Фізико-хімічні показники сухих молочних продуктів наведені у табл. 7.8.



Таблиця 7.8.

## Фізико-хімічні показники сухих молочних продуктів

| Назва показника  | Сухе знежирене молоко | Сухе цільне молоко | Сухе знежирене молоко для експорту | Вершки сухі | Сухі кисло-молочні продукти |
|--|-----------------------|--------------------|------------------------------------|-------------|-----------------------------|
| Масова частка жиру, % не менше   | 1,5                   | 3–5                | 1                                  | 42          | 25                          |
| Масова частка вологи, % не більше  | 4–5                   | 20–25              | 4                                  | 4,0         | 4,0                         |
| Індекс розчинності, см <sup>2</sup> сирого осаду, не більше<br>для вищого сорту<br>для першого сорту | 0,2–0,4               | 0,2–0,4            | 0,2                                | 0,2<br>0,6  | 0,3                         |
| Кислотність, °Т не більше  | 20–21                 | 20–21              | 18                                 | 20,0        | 25                          |
| Масова частка олова, % не більше   | 0,01                  | –                  | 0,01                               | 0,01        | 0,01                        |
| Масова частка міді, % не більше  | 0,0008                | –                  | 0,0005                             | 0,0008      | 0,0008                      |

Продовження таблиці 7.8.

| Масова частка свинцю   | не допускається | не допускається | не допускається | не допускається | не допускається |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Тривалість сквашування відновлених продуктів, год (37–48 °С) | –               | –               | –               | –               | 7               |
| Чистота відновлених продуктів, група не нижче                | –               | 1<br>2          | 2               | –               | 1               |
| Масова частка лактози  | 50              | –               | 50              | –               | –               |
| Масова частка білка  | 32              | 23              | 32              | –               | –               |

#### Відбір середніх проб молока

Точкові проби сухих молочних продуктів у транспортній тарі відбирають щупом з різних місць кожної одиниці транспортної тари з продукцією. Від сухих і згущених молочних консервів у споживчій тарі точкові проби відбирають пробником, щупом чи ложкою після відкриття тари, поміщають у посуд і складають пробу досліджень.

Пробу (біля 50–60 г) беруть щупом і поміщають в банку з притертою кришкою.

#### Визначення жиру в сухому молоці

Визначення масової частки жиру у сухих молочних продуктах із

використанням жиромірів для молока.

#### *Техніка визначень*

1. У хімічну склянку місткістю 25–50 мл, бюкс чи на листок зважують 1,5 г сухого продукту. У жиромір для молока наливають 10 мл сірчаної кислоти густиною 1,81–1,82 г/см<sup>3</sup>, 7–8 мл води, поміщають через лійку, змиваючи у жиромір прилиплі частинки водою, потім приливають 1 мл ізоамілового спирту і додають стільки води, щоб рівень рідини був на 4–6 мм нижче шийки жироміра.

2. Закривають жиромір пробкою і енергійно струшують до розчинення основної маси продукту, потім перевертають 2–3 рази і знову енергійно струшують.

3. Жиромір поміщають градуйованою частиною вверх у водяну баню (65±5 °С) на 7–8 хв., протягом цього часу виймають жиромір двічі і струшують до повного розчинення білка.

4. Далі діють аналогічно «Методиці визначення жиру у згущених молочних продуктах».

#### *5. Обробка результатів*

Вміст жиру ( $X$ ) у відсотках визначають за формулою:

$$X = \frac{a \cdot 11}{1,5},$$

де:  $a$  – показники жироміра, %;

$1,5$  – наважка продукту, г;

$11$  – коефіцієнт для перерахунку показників жироміра на масову частку жиру у продукті, г.

Перерахунок показників жиру для молока на масову частку жиру вказаний у табл. 7.9.

Таблиця 7.9.

**Перерахунок показників жироміра для молока на масову частку жиру при дослідженні жиру у сухому молоці і продуктах з такою самою масовою часткою жиру**

| Показники<br>жироміра | Масова частка<br>жиру, % | Показники<br>жироміра | Масова частка<br>жиру, % | Показники<br>жироміра | Масова частка<br>жиру, % | Показники<br>жироміра | Масова частка<br>жиру, % | Показники<br>жироміра | Масова частка<br>жиру, % |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1,50                  | 11,0                     | 2,65                  | 19,4                     | 3,80                  | 27,9                     | 4,95                  | 36,3                     | 6,10                  | 44,7                     |
| 1,55                  | 11,4                     | 2,70                  | 19,8                     | 3,85                  | 28,2                     | 5,00                  | 36,7                     | 6,15                  | 45,1                     |
| 1,60                  | 11,7                     | 2,75                  | 20,2                     | 3,90                  | 28,6                     | 5,05                  | 37,0                     | 6,20                  | 45,5                     |
| 1,65                  | 12,0                     | 2,80                  | 20,5                     | 3,95                  | 29,0                     | 5,10                  | 37,4                     | 6,25                  | 45,8                     |
| 1,70                  | 12,5                     | 2,85                  | 20,9                     | 4,00                  | 29,3                     | 5,15                  | 37,8                     | 6,30                  | 46,2                     |
| 1,75                  | 12,8                     | 2,90                  | 21,2                     | 4,05                  | 29,7                     | 5,20                  | 38,1                     | 6,35                  | 46,6                     |
| 1,80                  | 13,2                     | 2,95                  | 21,6                     | 4,10                  | 30,1                     | 5,25                  | 38,5                     | 6,40                  | 46,9                     |
| 1,85                  | 13,6                     | 3,00                  | 22,0                     | 4,15                  | 30,4                     | 5,30                  | 38,9                     | 6,45                  | 47,3                     |
| 1,90                  | 13,9                     | 3,05                  | 22,4                     | 4,20                  | 30,8                     | 5,35                  | 39,2                     | 6,50                  | 47,7                     |
| 1,95                  | 14,3                     | 3,10                  | 22,7                     | 4,25                  | 31,2                     | 5,40                  | 39,6                     | 6,55                  | 48,0                     |
| 2,00                  | 14,7                     | 3,15                  | 23,1                     | 4,30                  | 31,5                     | 5,45                  | 40,0                     | 6,60                  | 48,4                     |
| 2,05                  | 15,0                     | 3,20                  | 23,5                     | 4,35                  | 31,9                     | 5,50                  | 40,3                     | 6,65                  | 48,8                     |
| 2,10                  | 15,4                     | 3,25                  | 23,8                     | 4,40                  | 32,3                     | 5,55                  | 40,7                     | 6,70                  | 49,1                     |
| 2,15                  | 15,8                     | 3,30                  | 24,2                     | 4,45                  | 32,6                     | 5,60                  | 41,0                     | 6,75                  | 49,5                     |
| 2,20                  | 16,1                     | 3,35                  | 24,6                     | 4,50                  | 33,0                     | 5,65                  | 41,4                     | 6,80                  | 49,9                     |
| 2,25                  | 16,5                     | 3,40                  | 24,9                     | 4,55                  | 33,4                     | 5,70                  | 41,8                     | 6,85                  | 50,2                     |
| 2,30                  | 16,9                     | 3,45                  | 25,3                     | 4,60                  | 33,7                     | 5,75                  | 42,2                     | 6,90                  | 50,6                     |
| 2,35                  | 17,2                     | 3,50                  | 25,7                     | 4,65                  | 34,1                     | 5,80                  | 42,5                     | 6,95                  | 51,0                     |
| 2,40                  | 17,6                     | 3,55                  | 26,0                     | 4,70                  | 34,5                     | 5,85                  | 42,9                     | 7,00                  | 51,3                     |
| 2,45                  | 18,0                     | 3,60                  | 26,4                     | 4,75                  | 34,8                     | 5,90                  | 43,3                     |                       |                          |
| 2,50                  | 18,3                     | 3,65                  | 26,8                     | 4,80                  | 35,2                     | 5,95                  | 43,6                     |                       |                          |
| 2,55                  | 18,7                     | 3,70                  | 27,1                     | 4,85                  | 35,6                     | 6,00                  | 44,0                     |                       |                          |
| 2,60                  | 19,1                     | 3,75                  | 27,5                     | 4,90                  | 35,9                     | 6,05                  | 44,4                     |                       |                          |

Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна перевищувати половини найменшої поділки жироміра (0,05 %). За результат досліджень беруть середнє арифметичне 2-х паралельних досліджень.

### **Визначення масової частки жиру у сухих вершках із застосуванням жиромірів для вершків**

1. На листок пергаменту зважують 2,5 г сухих вершків чи 2 г сухих високожирних вершків. При визначенні жиру у сухих вершках у жиромір наливають 10 мл сірчаної кислоти ( $\rho=1,81-1,82$  г/см<sup>3</sup>), 8–9 мл води, насипають через лійку наважку продукту, заливаючи в жиромір прилиплі частинки водою, наливають 1 мл ізоамілового спирту і доводять водою рівень рідини у жиромірі на 4–6 мм нижче основи горловини жироміра.

2. При визначенні жиру в жиромір наливають 8 мл сірчаної кислоти густиною 1,81–1,82 г/см<sup>3</sup>, 10 мл води, всипають через лійку наважку продукту, змиваючи в жиромір прилиплі частинки водою, наливають 1 мл ізоамілового спирту і додають стільки води, щоб рівень рідини в жиромірі був на 4–6 мм нижче основи горловини жироміра. Жиромір закривають корком і далі проводять визначення аналогічно «Методиці визначення жиру у згущених молочних продуктах».

### *3. Обробка результатів*

Вміст жиру у відсотках за масою знаходять перемноженням показників жироміра на «2» при наважці продукту 2,5 г і на «2,5» при наважці продукту 2 г. Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна перевищувати однієї найменшої поділки жироміра (0,5 %). За результат дослідження беруть середнє арифметичне 2-х паралельних визначень.

### Визначення масової частки вологи у сухих молочних продуктах

1. Склянку чи бюкс для зважування поміщають у сушильну шафу при температурі  $102\pm 2$  °С на 30 хв., потім охолоджують в ексикаторі і зважують.

### *Техніка визначень*

1. 3–4 г сухих продуктів зважують у склянку, розподіляють наважку рівномірним шаром по дну постукуванням склянки. Відкриту склянку поміщають у сушильну шафу.

2. Ртутна кулька термометра повинна знаходитися на рівні склянки. За 2 години склянку закривають кришкою, поміщають на 30–40 хв. для охолодження в ексікатор і зважують.

3. Повторно поміщають склянку у сушильну шафу, витримують протягом 1 год, охолоджують і зважують. Якщо зменшення в масі після першого і другого висушування не перевищує 0,0005 г, то висушування завершують. Якщо зменшення в масі перевищує 0,0005 г, склянку знову поміщають у сушильну шафу.

### *Обробка результатів.*

Масову частку вологи у сухих молочних продуктах ( $W$ ) у відсотках вираховують за формулою:

$$W = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m - m_2},$$

де:  $m$  – маса склянки з наважкою досліджуваного продукту до висушування, г;

$m_1$  – маса склянки з наважкою досліджуваного продукту після висушування, г;

$m_2$  – маса склянки, г.

Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна перевищувати 0,06 %.

За результат досліджень беруть середнє арифметичне двох паралельних досліджень.

Прискорений метод визначення вологи у сухих молочних продуктах

(висушування при 125 °С).

#### *Техніка досліджень*

8. У склянку чи бюкс зважують 5 г сухих продуктів, розподіляючи продукт рівномірно по дну склянки.

Відкриті склянки (бюкси) з наважкою поміщають у сушильну шафу і сушать при 125±2 °С. Сухе молоко і продукти тієї ж жирності висушують протягом 25 хв., сухі вершки і продукти тієї ж жирності – 20 хв.

Закривши склянки, охолоджують їх в ексікаторі протягом 15–20 хв. і зважують.

#### *Обробка результатів*

Масову частку вологи (W) у відсотках вираховують за формулою:

$$W = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{5},$$

де:  $m$  – маса склянки з наважкою досліджуваного продукту до висушування, г;

$m_1$  – маса склянки з наважкою досліджуваного продукту після висушування, г.

Розбіжність між паралельними дослідженнями не повинна перевищувати 0,3 %. За результат досліджень беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень.

#### *Визначення кислотності*

Кислотність молочних консервів виражають у градусах Тернера (°Т). Під градусами Тернера розуміють об'єм розчину гідроксиду натрію чи гідроксиду калію з молярною концентрацією 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, необхідною для нейтралізації 100 г відновлених сухих молочних продуктів.

#### *Визначення кислотності сухих високожирних вершків*

1. 2 г сухих високожирних вершків зважують у склянку об'ємом 200–

250 мл чи фарфорову чашку, помішуючи і розтираючи, поступово приливають 30 мл води (20 °С).

2. Після отримання однорідної маси розчин підігривають до 35–40 °С, потім охолоджують до 20 °С, додають 3 краплі розчину фенолфталеїну і титрують розчином гідроксиду натрію з молярною концентрацією 0,1 моль/л до появи слабо-рожевого забарвлення, що відповідає забарвленню контрольного зразка і не зникає протягом 30 с.

#### Визначення кислотності сухих молочних продуктів

1. У склянку чи фарфорову чашку зважують наступні сухі продукти, г:

|   |       |
|---|-------|
| а) молоко сухе цільне (масова частка жиру 25 %) –   | 2,50; |
| б) молоко сухе цільне (масова частка жиру 20 %) –   | 2,40; |
| в) молоко сухе «Смоленське» –                       | 2,10; |
| г) молоко знежирене –                               | 1,80; |
| д) суміші молочні сухі «Малюк» і «Малятко» –        | 1,60; |
| е) сухі вершки –                                    | 1,60; |
| є) продукти сухі кисломолочні –                     | 1,25; |
| ж) молоко регенероване для молодняку с/г тварин –   | 1,25; |
| з) замітник цільного молока (ЗЦМ) для телят сухий – | 1,25. |

2. Потім невеликими порціями приливають гарячу воду (65–70 °С) до наважки сухого цільного, «Смоленського» і знежиреного молока – 20 мл, до наважки інших сухих продуктів – 10 мл, ретельно розтираючи грудки скляною паличкою.

3. Після отримання однорідної маси відновлені продукти охолоджують, приливають до відновленого цільного, «Смоленського» і знежиреного молока 40 мл води (20±2 °С) і 0,3 мл фенолфталеїну, перемішують і титрують аналогічно.

*Примітка:* при масових визначеннях допускається зважування сухих продуктів на листку пергаменту. Пересипають наважку в ступку, розводять у



воді, розтирають пестиком і титрують.

Визначення кислотності сухих сумішей для морозива

10 г сухої суміші кожного виду розчиняють у об'ємі води (30–40 °С) в мл:

|   |       |
|---|-------|
| пломбір домашній –                        | 11,0; |
| суміш вершкова –                          | 17,0; |
| суміш вершково-білкова –                  | 17,0; |
| суміш молочна з підвищеним вмістом жиру – | 20,5; |
| суміш молочна –                           | 21,5. |

Суміш витримують 5 хв. для набухання, потім ретельно перемішують до отримання однорідної маси і охолоджують до 20 °С.

2. В конічну колбу об'ємом 100–150 мл зважують 5 г відновленої суміші, додають 30 мл води і 3 краплі розчину фенолфталеїну. Суміш ретельно перемішують і титрують розчином гідроокису натрію молярної концентрації (0,1 моль/дм<sup>3</sup>). Білі суміші титрують до появи слабо-рожевого забарвлення, що відповідає забарвленню контрольного зразка (еталон), яке не зникає 1 хв.

#### *Обробка результатів*

1. Кислотність у градусах Тернера знаходять перемноженням об'єму розчину гідроксиду натрію з молярною концентрацією 0,1 моль/дм<sup>3</sup> на наступні коефіцієнти:

- 5 – для сухого цільного, «Смоленського» і знежиреного;
- 10 – для інших сухих молочних продуктів;
- 20 – для сухих сумішей для морозива;
- 50 – для сухих високожирних вершків.

За результат досліджень беруть середнє арифметичне результатів 2-х паралельних визначень, розбіжність між якими не повинна перевищувати величин (°Т):

- 0,25 – для сухого молока;

0,5 – для інших сухих молочних продуктів;

1 – для сухих сумішей для морозива;

2,5 – для сухих високожирних вершків.

#### Визначення індексу розчинності

Суть методу визначення індексу розчинності сухих молочних продуктів базується на визначенні об'єму нерозчинного осаду в пробі досліджуваного продукту.

1. Здійснюють відновлення сухих молочних продуктів.

2. Відновлений продукт ретельно перемішують протягом 5 с, переливають у центрифужні пробірки до верхньої мітки.

3. Наважку переносять у центрифужну пробірку, додають 4–5 мл гарячої води (65–70 °С), ретельно розтирають скляною паличкою грудки сухого продукту до отримання однорідної маси. Паличку виймають, споліскують невеликою кількістю води, зливаючи воду у ту ж пробірку і доливають водою до 10 мл. В кожен пробірку додають по 2–3 краплі розчину фарби (0,1 г нафтолу червоного чи 0,1 г нейтрального червоного, чи 0,1 г метилового зеленого, розчиненого в 100 мл дистильованої води), закривають корками і декілька разів збовтують.

4. Пробірки поміщають в патрони центрифуги, розташовуючи їх симетрично одна проти іншої, корками до центру. При застосуванні центрифуги для визначення жиру в молоці на дно патронів попередньо вкладають тампон з вати, пробірки обгортають фільтрувальним папером, щоб вони щільно утримувались у патроні.

5. Центрифугують пробірки протягом 5 хв., враховуючи час з моменту досягнення швидкості обертання центрифуги 1000 об./хв.

6. Після завершення центрифугування рідину зливають з допомогою сифона або обережно декантують, залишивши над осадом близько 5 мл рідини і не порушуючи осад.

7. Потім доливають у пробірку воду (20 °С) до 10 мл і 2–3 краплі фарби (склад див. вище), перемішують вміст пробірки і знову центрифугують 5 хв.

8. Відраховують об'єм осаду, тримаючи пробірку корком догори. При нерівному розміщенні осаду відрахунок проводять за середньою лінією між верхнім і нижнім положеннями.

9. Сухі суміші для морозива відновлюють (див. вище).

Центрифужну пробірку заповнюють до мітки (10 мл) відновленою сумішшю і визначають індекс розчинності.

10. Індекс розчинності виражають у мл сирого осаду, який відповідає 1 % сухого нерозчинного залишку сухого молока та інших продуктів. За кінцевий результат досліджень беруть середнє арифметичне 2-х паралельних визначень, розбіжність між якими не повинна бути більшою від 0,1 мл.

#### Визначення чистоти молочних консервів

*Суть методу* визначення групи чистоти молочних консервів (вміст механічних домішок) базується на фільтруванні 250 мл відновленого продукту через фільтр діаметром 30 мм і порівнюють з еталоном.

Група чистоти в молочних консервах з кавою чи какао не визначається.

#### *Техніка досліджень.*

1. Для приготування відновлених молочних консервів у мірну колбу чи мірний циліндр об'ємом 250 мл зважують наступні наважки молочних консервів (у г):

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| молоко коров'яче цільне сухе –    | 30,0;  |
| молоко цільне згущене з цукром –  | 100,0; |
| молоко коров'яче сухе знежирене – | 22,5;  |
| молоко нежирне згущене з цукром – | 100,0; |
| молоко згущене стерилізоване –    | 115,0; |
| вершки згущені з цукром –         | 100,0; |

продукти кисломолочні сухі – 30,0.

2. Згущені молочні консерви розчиняють у гарячій воді (65–70 °С), доводячи об'єм до 250 мл.

3. Сухі молочні продукти розчиняють спочатку у невеликій кількості гарячої води, ретельно розтирають грудки до отримання однорідної маси. Потім, приливаючи воду, доводять до 250 мл.

Отриманий розчин фільтрують, не охолоджуючи, в приладі для визначення чистоти молока через фланелевий фільтр.

Після завершення фільтрування фільтр промивають гарячою водою, пропускаючи її через прилад у кількості 100 мл. Фільтр виймають, висушують, не допускаючи попадання пилу.

#### *Обробка результатів*

Групу чистоти визначають порівняно з фільтрами еталону. Якщо продукт потрапляє за чистотою між 2-ма групами, то продукт відносять до нижчої групи чистоти.

*Примітка:* пригорілі частинки сухих молочних продуктів не вважають механічним забрудненням.

Визначення кислотності і розчинності замітника незбираного молока (ЗЦМ)

Підготовка зразка для визначення кислотності і розчинності проводять одночасно.

Для досліджень застосовують ті ж реактиви, посуд і обладнання, що й при дослідженні кислотності та розчинності молочних консервів.

#### *А. Визначення кислотності.*

1. У добре промиту і висушену склянку (200–250 мл) відважують 12 г сухого замітника цільного молока з точністю до 0,01 г.

2. Невеликими порціями по 10–20 мл, при ретельному розтиранні грудочок скляною паличкою, приливають 100 мл підігрітої (65–70 °С) дистильованої води.

3. Вміст колби круговими рухами перемішують близько 5 хв. і після охолодження до 20 °С розпочинають дослідження.

4. У хімічну склянку (чи колбочку) об'ємом 150–200 мл відмірюють піпеткою 10 мл відновленого ЗЦМ при температурі 20 °С, додають 20 мл дистильованої води (20 °С) і 2–3 краплі 1 %-го спиртового розчину фенолфталеїну.

5. Суміш ретельно перемішують і титрують 0,1 н. розчином гідроксиду натрію до появи слабо-рожевого забарвлення, що відповідає контрольному забарвленню еталону, і не зникає протягом 1 хв.

*Примітка:* при приготуванні контрольного еталону забарвлення в колбу об'ємом 150–200 мл відмірюють піпеткою 10 мл стандартного відновленого ЗЦМ, 20 мл дистильованої води, 1,3 мл 2,5 %-го водного розчину сірчаноокислого кобальту і вміст колби перемішують. Еталон придатний до роботи протягом однієї зміни.

6. Кислотність у градусах Тернера знаходять шляхом перемножування кількості мл витраченого 0,1 н. розчину гідроксиду натрію на «10». Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна перевищувати 0,5 °Т.

*Б. Визначення розчинності.*

1. Із зразка відновленого ЗЦМ, приготованого для дослідження кислотності (див. вище), відмірюють 10 мл при 20 °С у градуйовані центрифужні пробірки з точністю 0,1 мл.

2. Пробірки закривають гумовими корками, перемішують і ставлять у водяну баню з температурою води 65–70 °С на 5 хв.

3. Після цього струшують протягом 1 хв.

4. Пробірки поміщають у центрифугу корками до центру, розташовуючи симетрично одна проти одної.

5. При використанні центрифуги для визначення жиру у молоці для профілактики биття пробірки дно і стінки патронів вистеляють ватою, а пробірки обгортають папером.

6. Центрифугування здійснюють 5 хв., починаючи з моменту досягнення швидкості обертання центрифуги 1000 об/хв.

7. По завершенні центрифугування відраховують об'єм осаду, обережно перевернувши пробірку корком донизу. Швидко відзначають поділку, на якій знаходиться межа осаду.

У випадку негоризонтальної поверхні осаду відлік проводять по середині лінії між нижньою і верхньою точками межі осаду.

8. Показник розчинності в мг сирого осаду вираховується як середнє арифметичне між двома паралельними визначеннями. Розбіжність результатів між паралельними визначеннями не повинна перевищувати 0,05 мг сирого осаду.

### **Контрольні запитання**

1. Назвіть вимоги до вихідної сировини для виробництва сухих і згущених молочних консервів.

2. Як проводиться контроль технологічного процесу виробництва сухих і згущених молочних консервів?

3. Як здійснюється відбір проб згущених молочних консервів та підготовка їх до досліджень?

4. Назвіть методи контролю якості сухих і згущених молочних консервів.

5. Які вимоги нормативно-технічної документації висуваються до сухих та згущених молочних консервів?

6. Як оцінюють органолептичні показники молочних консервів?

7. Опишіть метод визначення масової частки жиру в сухих молочних консервах.

8. Які фактори впливають на точність дослідження при визначенні масової частки жиру?
9. Опишіть метод визначення масової частки вологи в сухих молочних консервах.
10. Які фактори впливають на точність дослідження при визначенні масової частки вологи?
11. Опишіть метод визначення кислотності в сухих молочних консервах.
12. Які фактори впливають на точність дослідження при визначення кислотності?
13. Назвіть вимоги до зберігання та транспортування молочних консервів.
14. Як контролюють герметичність упаковки згущених консервів?
15. Наведіть схему мікробіологічного контролю при виробництві молочних консервів.

## РОЗДІЛ 8

### ЗМІНА ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ КОНСЕРВУВАННЯ МОЛОКА ПРИ ЗБЕРІГАННІ

Зміна якості і навіть псування продуктів консервування молока можуть відбуватися під впливом багатьох факторів, тому протікають вони по-різному. При повному дотриманні режимів і параметрів технологічних процесів, а також при дотриманні умов зберігання (тривалість, температура), як правило, всі продукти консервування молока зберігають якість відповідно до стандартних вимог протягом всього терміну зберігання. При дотриманні встановлених режимів зберігання продуктів зміна їх якості може бути пов'язана з тим, що вихідне молоко мало різні показники складу і властивості. Найбільше на зміну якості продуктів консервування молока можуть впливати: масова частка і ступінь дисперсності ККФК, масові частки і співвідношення мінеральних речовин, ліпідів, вітамінів, співвідношення між сироватковими білками і казеїном. Цей вплив проявляється в підвищеній густині, зниженні теплової стійкості, окисленні жиру. Однак найчастіше ці зміни відбуваються в межах стандартних вимог. Допустимий мінімум або повна відсутність вільної молочної кислоти в консервованому молоці забезпечує отримання найбільш стійких до зберігання продуктів консервування.

Розглянемо можливі зміни якості продуктів консервування молока при різних порушеннях норм технологічного процесу.

Тривале, до 2–3 діб, резервування незбираного молока при температурах зберігання молока, близьких до 0 °С призводить до появи сального, нечистого присмаку в продуктах, внаслідок життєдіяльності психротрофної мікрофлори.

Порушення встановлених режимів теплової обробки супроводжується зміною якості продукту в результаті життєдіяльності мікрофлори.



Ліпаза, що залишилася після теплової обробки нормалізованих сумішей перед випаровуванням, може гідролізувати жир, в результаті чого можлива поява в продукті згірлого присмаку.

Вимушене резервування нормалізованих сумішей після теплової обробки, перед надходженням на випаровування, коли  $\tau_{\phi} > \tau_g$ , критерій Пастера дорівнює одиниці, призводить до підвищення густини згущених і зниження повного розчинення сухих молочних продуктів.

При виробництві згущених стерилізованих молочних консервів ефективність гомогенізації згущених нормалізованих сумішей менше 95% не буде забезпечувати необхідного зменшення відстоювання білково-жирового шару; вже через 2–3 місяці спостерігається розшарування продукту. Тільки при ефекті гомогенізації не менше 95 % забезпечується підвищення стійкості жирової емульсії до розшарування в процесі зберігання продукту.

Порушення встановлених режимів охолодження згущених молочних консервів з цукром в вакуум-охолоджувачах призводить до утворення кристалів лактози розмірами більше 10–11 мкм і відчуттям борошнистості.

Допущення масової частки сахарози в воді згущеного продукту з цукром понад 64 % приводить до її часткової кристалізації навіть у встановлені терміни зберігання при температурах, близьких до 0 °С.

Порушення встановлених режимів зберігання цукру-піску призводить до потрапляння в згущені молочні консерви з цукром цвілі, дріжджів і мікрококів, що володіють високою осмофільністю і безперешкодно розмножуються в готових продуктах, викликаючи зміну їх якості і псування.

Порушення режимів стерилізації згущених гомогенізованих нормалізованих сумішей при виробництві згущених стерилізованих молочних консервів в результаті життєдіяльності спороутворюючих аеробних бактерій призводить до появи таких вад: бомбажу, згортання, комкування, гіркоти, пептонізації, підвищення кислотності.

Випуск з вакуум-випарного апарату згущеного молока з масовою часткою сухих речовин нижче встановленої норми дає готовий продукт з більш дрібними частинками при одностадійному сушінні.

При підвищенні температури повітря, що надходить в розпилювальні сушарки зі змішаним рухом висушуваних частинок продукту і повітря (одностадійні), частинки пересихають, перегріваються і можливе їх самозаймання.

Відсутність гомогенізації згущених нормалізованих сумішей при виробництві сухих молочних продуктів може викликати появу вільного поверхневого жиру і, як наслідок, наявність сального і згірклого присмаків.

Низька густина згущених молочних консервів з цукром призводить до підвищення швидкості відстоювання білково-жирового шару в продуктах в процесі зберігання. У відстояному білково-жировому шарі можливий гідроліз жиру під дією ліпази і поява згірклого присмаку.

Поряд з перерахованими змінами якості молочних консервів, особливо слід зупинитися на порушеннях санітарно-гігієнічних умов виробництва, які супроводжуються вторинним мікробіологічним обсіменінням протягом технологічного процесу, після теплової обробки. Наявність в складі вторинної мікрофлори осмофільних мікроорганізмів, які безперешкодно розмножуються при активності води в згущених молочних консервах з цукром, що становить 0,83–0,85, призводить до псування продукту.

Для згущених стерилізованих і сухих продуктів консервування молока небезпека вторинного обсіменіння мікрофлорою виникає в зв'язку з можливою негерметичністю закупорювання тари з продуктами.

У негерметично закупореній тарі згущене стерилізоване молоко швидко псується, і стає непридатним для споживання.

При відсутності герметичного пакування сухих молочних продуктів, в зв'язку з появою в них вільної вологи відбувається розчинення солей, часткова кристалізація лактози, потемніння продукту в результаті меланоїдного утворення, створюються сприятливі умови для життєдіяльності залишкової, а

також вторинної мікрофлори, яка потрапляє в сухий продукт. Якість продукту при зберіганні помітно знижується, або він псується.

На зміну якості молочних консервів істотно впливає недотримання умов при гарантійному зберіганні. Підприємство-виробник гарантує відповідність якості продуктів вимогам стандартів тільки при повному дотриманні умов зберігання. Перш за все, необхідний суворий контроль над дотриманням температуро-вологісного режиму зберігання.

Транспортування молочних консервів від підприємства-виготовлювача до споживача пов'язане з нетривалим зберіганням на самому підприємстві, багаторазовими завантаженнями, перевезеннями, розвантаженням і подальшим зберіганням на складах, базах, в магазинах і, як правило, відбувається в температуро-вологісних умовах, які не відповідають передбаченим вимогам. При великій непередбачуваному транспортуванні молочних консервів в межах терміну гарантійного зберігання контроль за дотриманням умов не здійснюється, а підприємство-виробник не завжди вимагає цього від споживача, хоча відповідальність за збереження вихідної якості продуктів протягом терміну зберігання з нього не знімається. Ніяких гарантій з боку підприємства-виробника не передбачено, якщо споживач буде зберігати продукт в умовах, які не відповідають вимогам нормативних документів. Без результатів періодичного контролю під час зберігання якості продукту, а також відповідних умов його зберігання підприємством-виробником не може бути прийнята жодна рекламація.

Якість цукру-піску, який використовується при виробництві молочних консервів в процесі зберігання його на підприємстві також може змінюватися. Однією з основних причин цих змін найчастіше є волога, яка не повинна перевищувати 0,14 %. Вологість цукру-піску супроводжується утворенням і накопиченням редуруючих речовин, утворенням меланоїдів, зміною кольору і зменшенням вмісту амінного азоту. При тривалому зволоженні інтенсифікується інверсія сахарози і пов'язана з нею зміна якості продукту. Цьому сприяє і порушення температури зберігання. Знижується рН,

створюються сприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів залежно від масової частки вологи в плівці навколо граней кристалів цукру-піску, створюються сприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів, що підтверджується такими даними:

| Масова частка вологи в цукрі-піску,<br>% | Кількість мікроорганізмів в 1 г цукрі-<br>піску |
|--|---|
| 0,17                                     | 50  |
| 0,23                                     | 300   |
| 0,41                                     | 5000  |

Джерелами попадання мікроорганізмів є: повітря, мішки та ін. Успішно розмножується, в основному, осмофільна цвіль. Дослідження останніх років показали, що в цукрі-піску виявляють і термофільні бактерії роду лейконосток, для життєдіяльності яких оптимальною є температура 30 °С. При 5 °С розвиток їх припиняється. Перераховані мікроорганізми потрапляють в згущені молочні консерви з цукром і при активності води, наприклад, в незбираному молоці згущеному з цукром 0,83–0,85, їх життєдіяльність не припиняється.

## РОЗДІЛ 9

### ЕКОЛОГІЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКТІВ КОНСЕРВУВАННЯ МОЛОКА ТА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Концентрація органічних речовин в стічних водах, в основному зумовлена втратами сировини і молочної продукції під час технологічного процесу. Після миття обладнання та приміщення вони містять значну кількість органічних забруднювачів і відносяться до виробничих забруднених стічних вод, які підлягають очищенню. При скиданні 1 м<sup>3</sup> неочищеної стічної води забруднюється 40–60 м<sup>3</sup> природної води.

Характеристика стічних вод приведена в табл. 9.1.

Таблиця 9.1.

#### Характеристика стічних вод молококонсервних комбінатів

| Показники              | Значення показників |
|------------------------|---------------------|
| Зважені речовини, мг/л | 350                 |
| Загальний азот, мг/л   | 50                  |
| Фосфор, мг/л           | 7                   |
| Жири, мг/л             | До 100              |
| Хлориди, мг/л          | 150                 |
| БПКполн, мг/л          | 1000                |
| Кислотність, рН        | 6,8–7,4             |

Рівень втрати сировини зі стічними водами при виконанні деяких процесів і операцій молочної промисловості наведено в таблиці 9.2.

**Втрати сировини зі стічними водами молококонсервних комбінатів**

| Технологічні процеси та операції   | Втрати сировини зі стічними водами, БПК <sub>5</sub> , кг O <sub>2</sub> /м <sup>3</sup> |
|--|--|
| Приймання молока, миття фляг, обладнання приймального відділення                 | 0,26   |
| Охолодження сирого молока, зберігання, миття ємностей і трубопроводів            | 0,19   |
| Миття автомолцистерн   | 0,25   |
| Сепарування молока, зберігання знежиреного молока, вершків, пастеризація вершків | 0,86   |
| Пастеризація і зберігання молока   | 0,29   |
| Випарювання молока і розпилювальне сушіння                                       | 0,74   |
| Сушіння молока на барабанних (вальцьових) сушарках                               | 0,53   |
| Згущення свіжої сироватки (до низького вмісту сухих речовин)                     | 0,25   |
| Конденсат  | 0,25   |
| Миття обладнання   | 0,75   |

Для захисту водойм від забруднення стічними водами промислових підприємств проводять цілий комплекс заходів. Змиви, отримані після миття технологічного обладнання на молочних підприємствах (перші змивні води), це один з видів відходів, які в даний час або практично не утилізуються, або, в окремих випадках, обмежено використовуються. Змиви – це водно-молочна суміш, яка містить від 1 до 4 % сухих речовин, у тому числі до 1 % жиру і білка. Рекомендується збирати змиви з наступного обладнання і ємностей, що використовуються у виробництві продуктів консервування молока:

автомобільні і залізничні цистерни, ємності для зберігання молока і молочних продуктів, трубопроводи незбираного і знежиреного молока, пастеризатори і охолоджувачі, обладнання цехів згущення, сушіння.

Збір та утилізація змивів економічно доцільні з точки зору можливості отримання додаткової кількості продуктів кормового або харчового призначення. Найважливіший результат – запобігання скидання залишків молока і молочних продуктів в стічні води, що дозволяє значно знизити витрати на їх очищення.

На деяких підприємствах за кордоном згущують змиви в вакуум-випарних апаратах (до 50 % сухих речовин) і направляють на кормові цілі. У деяких випадків згущений продукт висушують в розпилювальних сушарках.

У стічні води підприємств молочної промисловості потрапляють такі цінні компоненти, як молочні білки і жир. Вирішення питань очищення вод і вилучення білково-жирового комплексу має велике народногосподарське і економічне значення. Вилучені компоненти після відповідної обробки можна використовувати в якості цінних добавок у корми, а також при виробництві технічних продуктів (мило, технічні мастильні матеріали та ін.).

Розроблено схеми збирання і обробки стічних вод для діючих і нових підприємств молококонсервної промисловості. У схемах передбачається збір перших змивів після промивання трубопроводів, теплообмінників, включаючи різні втрати молока і молочної сировини, за допомогою різних збірників, лотків і спрямування їх в окрему ємність. Потім змиви обробляють коагуляцією в коагуляторі при рН 4,5 і температурі близько 323 К і центрифугують. Виділені жир і білки можуть бути використані в миловарінні, для виробництва оліфових фарб і технічних мастильних матеріалів. Отриманий фугат направляють до стічних вод.

Осад, отриманий після первинної обробки стічних вод, застосовують як біологічно цінну добавку до кормів.

Певна кількість води і миючих засобів (каустична сода, азотна кислота) втрачається з відпрацьованими миючими розчинами при санітарній обробці

вакуум-випарних апаратів. Практичний інтерес представляє повторне використання цих розчинів для миття обладнання. На деяких молококонсервних комбінатах з метою економії миючих засобів робочі розчини використовують 2–3 рази, але з точки зору санітарії та гігієни це вважається неприпустимим, тому що вони сильно забруднені білковими і жировими речовинами і можуть стати причиною вторинного бактеріального обсіменіння молочного обладнання. Очищення мало забруднених миючих розчинів методом відстоювання є малоефективним і неприйнятним, тому що процес відбувається дуже повільно і не у всіх випадках досягається необхідний ефект очищення, тому що ступінь забруднення миючих розчинів є непостійною. Ефективним є відцентровий метод очищення, що дозволяє інтенсифікувати процес усунення забруднення з миючого розчину. Для економії миючих засобів доцільно в системі миття передбачити вузол відцентрового очищення відпрацьованих миючих розчинів з можливістю їх повторного використання.

Підприємства молочної промисловості є джерелами різних викидів в атмосферу, які можна класифікувати наступним чином:

- викиди, які утворюються при утворенні енергії і в результаті використання двигунів внутрішнього згоряння;
- викиди, які супроводжують основні технологічні процеси;
- викиди допоміжних цехів і виробництв.

Основними джерелами забруднень повітряного басейну молочною промисловістю є: виробництво сухого молока і молочних продуктів (сушарки, вогневі калорифери), виготовлення металевої тари (лудіння, лакування, травлення, пайка), миття тари та обладнання тощо.

Характеристика джерел утворення речовин, що забруднюють атмосферу в молочній промисловості, наведена в таблиці 9.3.



**Характеристика джерел забруднення атмосфери молококонсервними комбінатми**

| Виробництво, цех, відділення, обладнання  | Об'єм викидів, тис. м <sup>3</sup> год. <sup>-1</sup> | Температура, °С       | Концентрація, мг м <sup>-3</sup>                                  |
|---|---|-----------------------|---|
| Виробництво сухого молока і молочних продуктів:<br>сушильні установки<br>дозатори сичужних матеріалів<br>вогневі калорифери | 2–100<br>113<br>0,5–10                                | 70–85<br>–<br>150–300 | 3000–50000<br>4–1000<br>20–900<br>112                             |
| Виготовлення металевої тари:<br>різання, штампування,<br>збирання<br>лудіння, лакування,<br>травлення, пайка                | 113<br>113  | 25–40<br>25–40        | 0,1–4,5<br>сліди  |
| Картонно-друкарний цех  | 0,8–18  | 40–45                 | 1,5–2,0<br>400–500<br>сліди                                       |
| Ремонтно-механічний цех:<br>механічне обладнання<br>вагранка, піч кольорового<br>лиття                                      | 0,5–15<br>3–15  | 18–25<br>200          | 0,5–2,0<br>0,6–1,17<br>300–1200<br>700–1400<br>54–150<br>125–9000 |
| Котельня підприємства   | 5–100   | 130–300               | 112   |
| Миття тари і обладнання   | 113   | 30–40                 | 0,07–0,6<br>0,1–1,0   |
| Очисні споруди:<br>жировловлювачі, біостанції   | 114   | 10–25                 | 0,1–30<br>2–50<br>до 1 %  |
| Хлораторна  | 113   | 18–25                 | 0,05–0,5  |

Кількість речовин, що викидаються в атмосферу і забруднюють її, можна скоротити за рахунок застосування різних газо- і пилюковловлюючих систем (циклонів, рукавних фільтрів, абсорберів).

Деякі рекомендації щодо методів очищення вентиляційних викидів і технологічних газів для підприємств молочної промисловості наведені в таблиці 9.4.

Таблиця 9.4.

**Методи і апарати очищення вентиляційних викидів на  
молококонсервних комбінатах**

| Цех, виробництво                               | Коротка характеристика викидів | Рекомендовані методи і апарати очищення       |
|--|--------------------------------|---|
| Виробництво сухого молока і молочних продуктів | Пилюка сухих продуктів         | Циклони, рукавні фільтри, скрубери, вібратори |
| Котельня                                       | Зола                           | Циклони                                       |
| Ремонтно-механічний цех                        | Пилюка металева і абразивна    | Циклони                                       |
| Виготовлення металевої тари                    | Пилюка металева                | Циклони                                       |

В даний час для очищення відпрацьованого в розпилювальних сушарках повітря застосовуються в основному циклони. Але ефективність очищення в них не може становити 100 % і в повітрі, що викидається залишається деяка кількість продукту (табл. 9.5.).

При сушінні знежиреного молока на сушарках продуктивністю 1000 кг випареної вологи за годину втрати продукту з повітрям можуть бути 23 кг год. і відпрацьоване повітря містить від 170 до 40 мг продукту в 1 м<sup>3</sup>, а для сироватки ця величина становить 800 мг м<sup>-3</sup>, загальні втрати продукту досягають 30–50 т на рік. При існуючому об'ємі виробництва сухих молочних продуктів в нашій країні подібні втрати можуть становити 3000–5000 т на рік.

Таблиця 9.5.

### Параметри відпрацьованого повітря при сушінні молочних продуктів

| Сушарка               | Продуктивність, кг випареної вологи, за год. | Витрата відпрацьованого повітря за год. | Температура відпрацьованого повітря, °С (усереднені показники) | Ентальпія, ккал год. <sup>-1</sup> | Концентрація пилюки в відпрацьованому повітрі після сушарки, г м <sup>-3</sup> (усереднені показники) | Загальні втрати      |           |
|-----------------------|--|---|--|------------------------------------|---|----------------------|-----------|
|                       |  |   |  |                                    |   | кг год <sup>-1</sup> | %         |
| «Нема», ЦТ 500        | 500  | 18-22                                   | 65   | 42,5                               | 4,3   | 6,5–11,3             | 1,46–2,83 |
| Ангідро-500           | 500  | 16,0                                    | 80   | 42,5                               | 4,1   | 2,5                  | 0,25      |
| РСМ-500               | 400–500                                      | 18,5                                    | 100  | 45,3                               | 3,8 (0,15 після циклонів)   | – 3,5                | – 0,11    |
| А1-ОР4                | 500  | 20,0                                    | 95   | 44,9                               | 4,0   | -                    | -         |
| РС-1000 ВРА-4         | 1000   | 40,0                                    | 95   | 46,9                               | 3,6 (0,2 після циклонів)  | 3,42–15              | 0,36–1,8  |
| Вітчизняна            | 1000   | 36,0                                    | 80   | 43,8                               | 3,2 (0,32 після циклонів)   | 1,036-495            | 0,12–0,8  |
| «Ніро-Атомайзер-1000» | 1000   | 35,0                                    | 70   | 41,0                               | 3,0 (0,17–0,4 після циклонів)   | 3,44–4,11            | 0,2–0,28  |
| «Ніро-Атомайзер-3500» | 3500   | 125                                     | 91   | –                                  | 0,26 після очищення в циклоні   | –                    | –         |
| «Шварте»              | 1000   | 35,0                                    | 79   | –                                  | 0,27 після очищення в циклоні   | –                    | –         |

Перспективно використовувати установку Я9-ОМП, що представляє собою мокрий скрубєр. Принцип дії установки полягає в наступному. Повітря з

циклонів надходить в скруббер, де змішується з молоком, що розпилюється під тиском 0,3–0,4 МПа через 12 механічних форсунок. Перемішуючись з повітрям, краплі молока захоплюють частинки молочного порошку і під дією відцентрової сили відкидаються на стінку, по якій стікають в нижню частину скрубера, звідки відцентровим насосом через піновідділювач подаються на подальшу переробку в вакуум-випарний апарат.

Скруббер дозволяє рекуперувати теплоту повітря, що викидається - його температура знижується з 75 до 50–56 °С. Досягається майже повне (до 98 %) очищення відпрацьованого повітря.

Молочна промисловість є також найбільшим споживачем води. Норми витрати води на переробку 1 т молока залежно від типу і потужності підприємства наведені в табл. 9.6.

Таблиця 9.6.

**Витрата води на молококонсервних підприємствах**

| Виробництво   | Середньорічна витрата води на 1 т переробленого молока, м <sup>3</sup> |
|---|--|
| Заводи згущених молочних продуктів  | 5,0–5,5  |
| Заводи сухих молочних продуктів (незбираного і знежиреного молока, ЗНМ), маслоробні заводи з цехами сушіння | 4,5–5,0  |
| Молококонсервні комбінати дитячих продуктів   | 4,5–5,0  |

Таким чином, на кожен тону переробленої сировини в молочній промисловості витрачається в середньому 5 м<sup>3</sup> води питної. Технічна вода, як правило, на підприємствах молочної промисловості не використовується. Її допускається використовувати в системі зворотного водопостачання на зовнішнє миття машин, поливання території. Ці витрати можуть становити до 15 % від кількості свіжої води.

З метою зменшення витрат свіжої води на всіх підприємствах молочної промисловості рекомендована прямоточна система водопостачання з повторним використанням води і зворотна система. Витрата зворотної і послідовно використаної води становить в середньому 20–25 м<sup>3</sup> на кожну тону сировини, що переробляється, і це, відповідно, понад 80 % від всього споживання води. Всі стічні води підприємств молочної промисловості, що випускаються в водойми, підлягають попередньому очищенню від забруднення.

Для зменшення витрати води рекомендується:

- вести строгий облік водоспоживання та водовідведення на підприємстві в цілому і на окремих дільницях і цехах (компресорна, котельня та ін.);
- провести роз'яснювальну роботу з співробітниками підприємств зі зниження витрат води;
- використовувати «Рекомендації щодо застосування зворотних і послідовно-повторних схем водопостачання для підприємств молочної промисловості»;
- запровадити нові технологічні процеси і види обладнання, що скорочують або виключають споживання води;
- практикувати «сухе» прибирання приміщень.

Перспективним напрямком економії води і зниження кількості стічних вод є повторне водопостачання.

Основним джерелом умовно чистої води, придатної для повторного використання, є вода, що виходить із секцій охолодження пластинкових теплообмінних установок. Цю воду дозволено використовувати повторно після підігрівання не нижче 80 °С для миття обладнання, ємностей, ванн, молочних цистерн і фляг, прибирання виробничих приміщень, прання виробничого одягу. Багато підприємств воду від пластинкових теплообмінних установок і двостінних ємностей збирають в спеціальні ємності і використовують для потреб котельні, поливання території, поповнення системи зворотного

водопостачання, компресорної та вакуум-випарних апаратів, зовнішнього миття автомашин.

Значні об'єми умовно чистої води, придатної для повторного використання, отримують при збиранні конденсату вторинних парів молока. У системах повторного використання води зазвичай рекомендується воду використовувати за інтегральною схемою, тобто від апарату з високими вимогами до її якості до апарату з більш низькими вимогами.

При повторному використанні води велике значення набуває контроль за її якістю.

Встановлено, що економічна ефективність зворотних систем повторного і зворотного використання води залежить від собівартості (тарифу) свіжої води, типів градирень, якості свіжої води, необхідності її доочищення та ін. Однак, як правило, експлуатовані системи зворотного і повторного використання води завжди є рентабельними та окупуються протягом 1–4 років.

Поряд з економією води однією з найважливіших завдань промисловості є підвищення ефективності використання і всебічна економія паливно-енергетичних ресурсів.

Найбільш енергоємними в молочній промисловості є процеси згущення та сушіння. Економії теплової та електричної енергії на підприємствах молококонсервної галузі приділяється велика увага. При розробці нових проектів підприємств теплові втрати знижуються за рахунок блокування будівель, цехів і окремих виробництв. Крім того, економія теплових і енергетичних ресурсів в проектах досягається шляхом зниження витрат тепла на опалення, вентиляцію, в теплових мережах і котельнях.

При розробці теплотехнічної частини проектів передбачаються:

- централізовані системи теплопостачання з використанням для опалення та вентиляції перегрітої води температурою 150 °С; при цьому економиться до 10 % тепла;

- збільшення кількості та підвищення якості конденсату шляхом переходу на закриту систему його збирання і повернення, автоматизації контролю за якістю конденсату; таким чином забезпечується економія тепла 3–5 %;

- вдосконалення системи обліку та нормування тепла і палива, централізований і цеховий обліки витрат тепла, завдяки чому економиться до 2 % тепла.

В електричній частині проектів передбачаються:

- схеми, що забезпечують максимальне завантаження силових трансформаторів і електродвигунів і мінімальні втрати енергії в електричних мережах;

- облік електроенергії для контролю завантаження електродвигунів, які використовуються в машинах і апаратах виробничих цехів.

З метою підвищення використання та економії енергії процесі промислової переробки молока в країні проводяться дослідження за такими основними напрямками:

- вдосконалення схем технологічних процесів за рахунок раціональних режимів теплової обробки молока;

- розробка нових, менш енергоємних методів переробки молока і молочних продуктів;

- підвищення ефективності технологічного обладнання за рахунок інтенсифікації теплових і тепломасообмінних процесів;

- розробка нового технологічного обладнання з високим тепловим ККД;

- створення системи з використання вторинних енергетичних ресурсів в галузі.

Резервами економії енергії на підприємствах молочної промисловості є економне витрачання гарячої води, зниження температур нагрівання до мінімально необхідного рівня, більш ефективна ізоляція трубопроводів, арматури і обладнання, повне завантаження технологічного обладнання та ін.

Відзначається пряма залежність якості молока від навколишнього середовища, але не можна нехтувати впливом на неї і молочної промисловості.

Одне із завдань галузі полягає в тому, щоб звести шкідливі впливи на природу до мінімуму.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Бовкун А.А. Органолептические свойства сгущенных молочных консервов / А.А. Бовкун // Продукты питания. – 2006. – №15–16. – С. 50–51.
2. Вербій В.П. Сучасні методи обробки харчових продуктів / В.П. Вербій. – 2004. – 134 с.
3. Власенко В.В. Ветеринарно-санітарна експертиза сировини та продуктів тваринного походження / В.В. Власенко, Р.Й. Кравців, В.І. Хоменко та ін. – Вінниця РВВ ВАТ «Віноблдрукарня», 1999. – 514 с.
4. Голубева Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока / Л.В. Голубева. – М.: Делипринт, 2005. – 376 с.
5. Голубева Л.В. Хранимоспособность молочных консервов / Л.В. Голубева, Л.В. Чекулаева, К.К. Полянский. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 115 с.
6. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова. – Спб.: ГИОРД, 2003. – 320 с.
7. Горбатова К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – Спб: ГИОРД, 2003. – 350 с.
8. Дмитриченко М. Товароведение и экспертиза пищевых жиров, молочных продуктов / М. Дмитриченко, Т. Пилипенко. – Спб: Питер, 2004. – 352 с.
9. ДСТУ 3662-18 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. – Офіц. вид. – Чинний від 01.01.2019. – К.: Держспоживстандарт України, 2015. – 14 с. (Національний стандарт України)
10. Дунченко Д.Н. Экспертиза молока и молочных продуктов. Качество и безопасность. Учебное справочное пособие / Д.Н. Дунченко и др. – Новосибирск, 2007. – 477 с.
11. Золотин Ю.П. Оборудование предприятий молочной промышленности / Ю.П. Золотин, М.Б. Френклах, Н.Г. Лапужина. – М.: Агропромиздат, 1985.

12. Касянчук В.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза. Пособие. / В.В. Касянчук, П.В. Микитюк, Л.В. Олійник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 480 с.
13. Косой В.Д. Контроль качества молочных продуктов методами физико-химической механики / В.Д. Косой. – СПб: ГИОРД, 2005. – 208 с.
14. Крუსь Г.Н. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н.Крусь, А.Г.Храмцов, З.В.Волокитина, С.В.Карпычев; Под ред. А.М.Шалыгиной. – М.: Колос, 2004. – 455 с.
15. Крусь Г.Н. Технология молока и оборудование предприятий молочной промышленности / Г.Н. Крусь, В.Г. Тиняков, Ю.Ф. Фофанов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 280 с.
16. Куинжев С.М. Новые технологии в производстве молочных продуктов / С.М. Куинжев, В.А. Шуваев. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 203 с.
17. Кук Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности / Г.А. Кук. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 767 с.
18. Липатов Н.М. Сухое молоко: теория и практика производства / Н.М. Липатов, В.Д. Харитонов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 168 с.
19. Петров А.Н. Органолептические свойства молочных консервов / А.Н. Петров // Молочная промышленность. – 2004. – № 9. – С. 49.
20. Поліщук Г.Є. Технологія молочних продуктів: підручник / Г.Є. Поліщук, О.В. Грек, Т.А. Скорченко та ін. – К.: НУХТ, 2013. – 502 с.
21. Полянский К.К. Кристаллизация лактозы в молочной промышленности: физико-химические основы / К.К. Полянский, А.Г. Шестов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1995. – 184 с.
22. Радаева И.А. Повышение качества молочных консервов / И.А. Радаева и др. – М., 1980. – 160 с.
23. Радаева И.А. Пороки молочных консервов и меры их предупреждения / И.А. Радаева, А.Н. Петров // Молочная промышленность. – 2004. – № 1. – С. 37.

24. Радаева И.А. Смотр качества молочноконсервной продукции / И.А. Радаева // Молочная промышленность. – 2000. – № 12. – С. 27.
25. Рудавська Г.Б. Молочні та ячні товари / Г.Б. Рудавська, Є.В. Тищенко. – К.: Книга, 2004. – 392 с.
26. Скорченко Т.А. Сучасні тенденції виробництва молочних консервів / Т.А. Скорченко // Молочное дело. – 2006. – № 4. – С. 23–25.
27. Скорченко Т.А. Технологія молочних консервів: навч. посіб. / Т.А. Скорченко. – К.: НУХТ, 2007. – 232 с.
28. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.5. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. – Спб.: ГИОРД, 2004. – 565 с.
29. Справочник технолога молочного производства. Т.7. Оборудование молочных предприятий. Справочник-каталог – Спб.: ГИОРД, 2004. – 832 с.
30. Справочник технолога молочного производства. Т.9. Технология и рецептуры. Молочные консервы и сушка. – Спб.: ГИОРД, 2007. – 432 с.
31. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов / П.П. Степаненко. – Сергиев Посад МО: «Все для Вас – Подмосковье», 2006. – 415 с.
32. Степанов В.П. Проектирование предприятий молочной промышленности с основами САПР / В.П. Степанов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 208 с.
33. Твердохлеб Г. В. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Г.Ю. Сажин. – М.: Дели принт, 2006. – 610 с.
34. Тепел А. Химия и физика молока / А. Тепел. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 624 с.
35. Флауменбаум Б.Л. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. – Одеса: Друк, 2006. – 400 с.
36. Харитонов В.Д. Двухстадийная сушка молочных продуктов / В.Д. Харитонов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 215 с.

37.Хоменко В.І. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології продуктів тваринництва / В.І. Хоменко, В.М. Ковбасенко, М.К. Оксамитний та ін. – К: Сільгоспосвіта, 1995. – 716 с.

38.Храмцов А.Г. Промышленная переработка вторичного молочного сырья / А.Г. Храмцов, С.В. Васи́лин. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 98 с.

39.Цісарик О.Й. Технологія молочних продуктів з вторинної сировини: Навчальний посібник / О.Й.Цісарик, О.Р.Михайлицька, Н.Б.Сливка, І.М.Турчин. – Львів, Ліга-Прес, 2014. – 350 с.

40.Чекулаева Л.В. Нормализация молока при производстве молочных консервов / Л.В. Чекулаева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 62 с.

41.Чекулаева Л.В. Сгущенные молочные консервы / Л.В. Чекулаева, Н.М. Чекулаев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 264 с.

42.Шидловская В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов. Справочник. / В.П. Шидловская. – М.: «Колос». – 2004. – 360 с.

43.Якубчак О.М. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва / О.М. Якубчак, В.І. Хоменко, С.Д. Мельничук та ін. – Київ, 2005. – 800 с.

## 1. Розрахункова таблиця визначення маси компонента нормалізації

для виготовлення сухого молока з м. ч. ж. 25 %

 $(Ж_{пр}=26,1\%, СЗМЗ_{пр}=70,9\%, О_{пр}=Ж_{пр}/СЗМЗ_{пр}=0,368)$ 

| Показники незбираного молока |                    |                       |                                   | На 100 кг незбираного молока<br>потрібно знежиреного молока, кг,<br>при масовій частці СЗМЗ <sub>зн</sub> , % |      |      |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|------|------|
| Г <sub>м</sub> , °А          | Ж <sub>м</sub> , % | СЗМЗ <sub>м</sub> , % | Ж <sub>м</sub> /СЗМЗ <sub>м</sub> | 7,95  | 8,45 | 8,75 |
|                              |                    |                       |                                   | 26  | 3    | 7,68 |
| 26                           | 3,1                | 7,70                  | 0,403                             | 9,3   | 8,7  | 8,4  |
| 26,5                         | 3,1                | 7,82                  | 0,396                             | 7,7   | 7,2  | 7,0  |
| 27                           | 3,3                | 7,99                  | 0,413                             | 12,5  | 11,7 | 11,3 |
| 27                           | 3,4                | 8,02                  | 0,424                             | 15,7  | 14,7 | 14,2 |
| 27                           | 3,5                | 8,04                  | 0,435                             | 18,9  | 17,7 | 17,1 |
| 27,5                         | 3,4                | 8,14                  | 0,418                             | 14,1  | 13,2 | 12,8 |
| 27,5                         | 3,5                | 8,16                  | 0,429                             | 17,3  | 16,2 | 15,7 |
| 27,5                         | 3,6                | 8,19                  | 0,440                             | 23,6  | 22,2 | 21,4 |
| 28                           | 3,6                | 8,31                  | 0,433                             | 18,8  | 17,7 | 17,1 |
| 28                           | 3,7                | 8,33                  | 0,444                             | 22  | 20,7 | 20,0 |
| 28,5                         | 3,7                | 8,46                  | 0,437                             | 20,4  | 19,2 | 18,5 |
| 28,5                         | 3,8                | 8,48                  | 0,448                             | 23,6  | 22,2 | 21,4 |
| 29                           | 3,8                | 8,61                  | 0,441                             | 22  | 20,7 | 20,0 |
| 29                           | 3,9                | 8,63                  | 0,452                             | 25,2  | 23,7 | 22,9 |
| 29,5                         | 3,9                | 8,75                  | 0,446                             | 23,6  | 22,2 | 21,4 |
| 30                           | 3,9                | 8,88                  | 0,439                             | 22  | 20,7 | 20,0 |
| 30                           | 4,0                | 8,90                  | 0,449                             | 25,2  | 23,7 | 22,9 |
| 31                           | 4,1                | 9,17                  | 0,447                             | 25,2  | 23,7 | 22,9 |
| 31                           | 4,2                | 9,20                  | 0,45                              | 28,4  | 26,7 | 25,7 |
| 32                           | 4,3                | 9,47                  | 0,454                             | 28,4  | 26,7 | 25,7 |
| 32                           | 4,4                | 9,49                  | 0,464                             | 31,6  | 30   | 28,6 |
| 32                           | 4,5                | 9,51                  | 0,473                             | 34,8  | 32,7 | 31,5 |

## ДОДАТОК Б

### Розрахункова таблиця

#### визначення маси компонента нормалізації для виготовлення

#### згущеного молока з цукром

(Ж<sub>пр</sub>=8,72 %, СЗМЗ<sub>пр</sub>=20,7 %, ЦУК<sub>пр</sub>=44,5 %,   
 $O_{пр} = \frac{Ж_{пр}}{СЗМЗ_{пр}} = 0,421$ ,  $\frac{ЦУК_{пр}}{Ж_{пр}} = 5,1$ )

$O_{пр} = \frac{Ж_{пр}}{СЗМЗ_{пр}} = 0,421$ ,  $\frac{ЦУК_{пр}}{Ж_{пр}} = 5,1$ )

| Показники незбираного молока |                    |                       |                                   | На 100 кг незбираного молока потрібно, кг: вершків, знежиреного молока (при масовій частці СЗМЗ <sub>зн</sub> , %), сахарози |   |          |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|--|---|----------|
| Г <sub>м</sub> , °А          | Ж <sub>м</sub> , % | СЗМЗ <sub>м</sub> , % | Ж <sub>м</sub> /СЗМЗ <sub>м</sub> | вершків, Ж <sub>в</sub> =30 %  | знежиреного молока СЗМЗ <sub>зн</sub> =7,95 % | сахарози |
| 26                           | 3                  | 7,68                  | 0,391                             | 0,9  | –   | 16,7     |
| 26                           | 3,1                | 7,70                  | 0,403                             | 0,5  | –   | 16,6     |
| 26,5                         | 3,1                | 7,82                  | 0,396                             | 0,7  | –   | 16,9     |
| 27                           | 3,3                | 7,99                  | 0,413                             | 0,2  | –   | 17,1     |
| 27                           | 3,4                | 8,02                  | 0,424                             | –  | 0,7   | 17,3     |
| 27                           | 3,5                | 8,04                  | 0,435                             | –  | 3,5   | 17,9     |
| 27,5                         | 3,4                | 8,14                  | 0,418                             | 0,1  | –   | 17,5     |
| 27,5                         | 3,5                | 8,16                  | 0,429                             | –  | 2,0   | 17,9     |
| 27,5                         | 3,6                | 8,19                  | 0,440                             | –  | 4,6   | 18,4     |
| 28                           | 3,6                | 8,31                  | 0,433                             | –  | 3,1   | 18,4     |
| 28                           | 3,7                | 8,33                  | 0,444                             | –  | 3,9   | 18,9     |
| 28,5                         | 3,7                | 8,46                  | 0,437                             | –  | 4,2   | 18,9     |
| 29                           | 3,8                | 8,61                  | 0,441                             | –  | 5,3   | 19,4     |
| 29                           | 3,9                | 8,63                  | 0,452                             | –  | 8,1   | 19,9     |
| 29,5                         | 3,9                | 8,75                  | 0,446                             | –  | 6,6   | 19,9     |
| 30                           | 3,9                | 8,88                  | 0,439                             | –  | 4,9   | 19,9     |
| 30                           | 4,0                | 8,90                  | 0,449                             | –  | 7,7   | 20,4     |
| 31                           | 4,1                | 9,17                  | 0,447                             | –  | 7,3   | 20,9     |
| 31                           | 4,2                | 9,20                  | 0,45                              | –  | 9,9   | 21,4     |
| 32                           | 4,3                | 9,47                  | 0,454                             | –  | 9,5   | 21,2     |
| 32                           | 4,4                | 9,49                  | 0,464                             | –  | 12,3  | 22,5     |
| 32                           | 4,5                | 9,51                  | 0,473                             | –  | 15,0  | 23,0     |

## ДОДАТОК В

### Розрахункова таблиця визначення маси компонента нормалізації для виготовлення згущеного стерилізованого молока

( $J_{\text{пр}}=8,2\%$ ,  $\text{СЗМЗ}_{\text{пр}}=17,8\%$ ,  $O_{\text{пр}}=J_{\text{пр}}/\text{СЗМЗ}_{\text{пр}}=0,460$ )

| Показники незбираного молока |                    |                              |                                       | На 100 кг незбираного молока потрібно, кг, вершків або знежиреного молока (при масовій частці $\text{СЗМЗ}_{\text{зн}}$ , %) |  |
|------------------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| $\Gamma_{\text{м}}$ , °А     | $J_{\text{м}}$ , % | $\text{СЗМЗ}_{\text{м}}$ , % | $J_{\text{м}}/\text{СЗМЗ}_{\text{м}}$ | вершків, $J_{\text{в}}=30\%$   | знежиреного молока, $\text{СЗМЗ}_{\text{зн}}=7,95\%$ |
|                              |                    |                              |                                       |  |  |
| 26                           | 3                  | 7,68                         | 0,391                                 | 1,98   | –  |
| 26                           | 3,1                | 7,70                         | 0,403                                 | 1,64   | –  |
| 26,5                         | 3,1                | 7,82                         | 0,396                                 | 1,84   | –  |
| 27                           | 3,3                | 7,99                         | 0,413                                 | 1,39   | –  |
| 27                           | 3,4                | 8,02                         | 0,424                                 | 1,07   | –  |
| 27                           | 3,5                | 8,04                         | 0,435                                 | 0,74   | –  |
| 27,5                         | 3,4                | 8,14                         | 0,418                                 | 1,28   | –  |
| 27,5                         | 3,5                | 8,16                         | 0,429                                 | 0,94   | –  |
| 27,5                         | 3,6                | 8,19                         | 0,440                                 | 0,62   | –  |
| 28                           | 3,6                | 8,31                         | 0,433                                 | 0,82   | –  |
| 28                           | 3,7                | 8,33                         | 0,444                                 | 0,49   | –  |
| 28,5                         | 3,7                | 8,46                         | 0,437                                 | 0,71   | –  |
| 29                           | 3,8                | 8,61                         | 0,441                                 | 0,60   | –  |
| 29                           | 3,9                | 8,63                         | 0,452                                 | 0,26   | –  |
| 29,5                         | 3,9                | 8,75                         | 0,446                                 | 0,46   | –  |
| 30                           | 3,9                | 8,88                         | 0,439                                 | 0,69   | –  |
| 30                           | 4,0                | 8,90                         | 0,449                                 | 0,35   | –  |
| 31                           | 4,1                | 9,17                         | 0,447                                 | 0,44   | –  |
| 31                           | 4,2                | 9,20                         | 0,45                                  | 0,12   | –  |
| 32                           | 4,3                | 9,47                         | 0,454                                 | 0,21   | –  |
| 32                           | 4,4                | 9,49                         | 0,464                                 | –  | 0,90   |
| 32                           | 4,5                | 9,51                         | 0,473                                 | –  | 3,25   |

**ДОДАТОК Г****Норми витрат сировини і гранично допустимі втрати у виробництві  
молочних консервів****Г.1. Молоко незбиране згущене з цукром****Норми витрат сировини, кг/туб**

| Витрати нормалізованої суміші |          | Витрати цукру |          |
|-------------------------------|----------|---------------|----------|
| сезон                         | не сезон | сезон         | не сезон |
| 1016                          | 1018     | 181,6         | 182,2    |

**Гранично допустимі втрати, %**

| Сезон |               |       | Не сезон |               |       |
|-------|---------------|-------|----------|---------------|-------|
| жиру  | сухих речовин | цукру | жиру     | сухих речовин | цукру |
| 0,41  | 0,56          | 1,6   | 0,55     | 0,72          | 1,73  |

**Г.2. Молоко згущене з цукром з м.ч.ж. 5 %****Норми витрат сировини, кг/туб**

| Витрати нормалізованої суміші |          | Витрати цукру |          |
|-------------------------------|----------|---------------|----------|
| сезон                         | не сезон | сезон         | не сезон |
| 1164                          | 1166     | 182,8         | 183,1    |

**Гранично допустимі втрати, %**

| Сезон |               |       | Не сезон |               |       |
|-------|---------------|-------|----------|---------------|-------|
| жиру  | сухих речовин | цукру | жиру     | сухих речовин | цукру |
| 0,41  | 0,56          | 1,61  | 0,55     | 0,72          | 1,73  |



### Г.3. Молоко нежирне згущене з цукром

#### Норми витрат сировини, кг/туб

| Сировина         | Норма витрат, кг/туб |
|------------------|----------------------|
| Знежирене молоко | 1325                 |
| Цукор            | 181,47               |

#### Гранично допустимі втрати, %

| Показник      | Гранично допустимі втрати, % |
|---------------|------------------------------|
| Сухі речовини | 2,1                          |
| Цукор         | 1,84                         |

### Г.4. Сухе незбиране молоко з м.ч.ж. 25 %

#### Норми витрат нормалізованої суміші, кг/т

| Сезон            |               | Не сезон         |               |
|------------------|---------------|------------------|---------------|
| Вид фасування    |               |                  |               |
| транспортна тара | споживча тара | транспортна тара | споживча тара |
| 8704             | 8707          | 8713             | 8717          |

#### Гранично допустимі втрати, %

| Сезон            |               | Не сезон |               |
|------------------|---------------|----------|---------------|
| жиру             | сухих речовин | жиру     | сухих речовин |
| транспортна тара |               |          |               |
| 0,41             | 0,67          | 0,49     | 0,78          |
| споживча тара    |               |          |               |
| 0,45             | 0,71          | 0,53     | 0,87          |

**Г.5. Сухе незбиране молоко з м.ч.ж. 20 %**

**Норми витрат нормалізованої суміші, кг/т**

| Сезон  | Не сезон |
|--------|----------|
| 9086,7 | 9096,0   |

**Гранично допустимі втрати, %**

| Сезон |               | Не сезон |               |
|-------|---------------|----------|---------------|
| жиру  | сухих речовин | жиру     | сухих речовин |
| 0,44  | 0,69          | 0,52     | 0,60          |

**Г.6. Норми витрат сировини при виробництві сухого знежиреного  
молока розпилювального сушіння**

| Масова частка сухих речовин, % | Маса знежиреного молока, т |
|--------------------------------|----------------------------|
| 8,0                            | 12,42                      |
| 8,1                            | 12,27                      |
| 8,2                            | 12,12                      |
| 8,3                            | 11,97                      |
| 8,4                            | 11,83                      |
| 8,5                            | 11,69                      |
| 8,6                            | 11,55                      |
| 8,7                            | 11,42                      |
| 8,8                            | 11,29                      |
| 8,9                            | 11,10                      |
| 9,0                            | 11,04                      |
| 9,1                            | 10,92                      |
| 9,2                            | 10,80                      |
| 9,3                            | 10,69                      |
| 9,4                            | 10,57                      |
| 9,5                            | 10,46                      |
| 9,6                            | 10,35                      |
| 9,7                            | 10,24                      |
| 9,8                            | 10,14                      |
| 9,9                            | 10,04                      |
| 10,0                           | 9,94                       |