

Микола Грохольський, Тетяна Сусяк,
Людмила Бригадир, Олег Бадін,
Максим Мидловець, Сергій Шишко

ХОЛОДИЛЬНО- ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ



Микола Грохольський, Тетяна Сусяк, Людмила Бригадир,
Олег Бадін, Максим Мидловець, Сергій Шишко

ХОЛОДИЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

Науково-методичний центр ВФПО
2024

УДК 621.56/59

Рецензенти:

Михайло ХМЕЛЬНЮК – доктор технічних наук, професор Одеського національного технологічного університету

Юрій ЮРЧЕНКО – викладач, спеціаліст вищої категорії ВСП «Харківський фаховий коледж харчової промисловості Державного біотехнологічного університету»

Сергій СИВУН – керівник дільниці експлуатації холодильного обладнання ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат» Полтавська область

Холодильно-технологічне обладнання : навчальний посібник / Микола Грохольський, Тетяна Сусляк, Людмила Бригадир, Олег Бадін, Максим Мидловець, Сергій Шишко. – Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2024 – 258 с.

ISBN 978-617-7283-72-9

Навчальна дисципліна «Холодильно-технологічне обладнання» є однією з основних освітніх компонентів, що вивчає будову і принцип роботи різного за призначенням і використанням холодильного обладнання.

У посібнику розглянуто сучасне холодильно-технологічне обладнання, що використовується у сфері виробництва та продажу продуктів харчування. Висвітлено питання практичного застосування холодильного обладнання, а саме: подано системи повітророзподілу охолоджуваних приміщень, холодильне обладнання для охолодження, заморожування харчових продуктів, технологічне обладнання для розморожування харчових продуктів, обладнання для створення та підтримки складу регульованих газових середовищ для холодильних камер, а також холодильна техніка підприємств торгівлі й громадського харчування. Розглянуто його конструкцію та принцип дії.

Рекомендовано для викладачів та студентів із спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» за освітньо-професійними програмами: «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок» і «Монтаж та обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря».

ISBN 978-617-7283-72-9

© Микола Грохольський, Тетяна Сусляк,
Людмила Бригадир, Олег Бадін,
Максим Мидловець, Сергій Шишко, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. СИСТЕМИ ПОВІТРОРозПОДІЛУ ОХОЛОДЖУВАНИХ ПРИМІЩЕНЬ	8
1.1. Класифікація систем повітророзподілу	8
1.2. Системи повітророзподілу у камерах зберігання харчових продуктів	10
1.2.1. Двоканальна система	10
1.2.2. Одноканальна система	11
1.2.3. Безканальна система	11
1.2.4. Основи розрахунку системи повітророзподілу в камерах зберігання харчових продуктів	13
1.3. Системи повітророзподілу у камерах холодильної обробки харчових продуктів	14
1.3.1. Тунельна система	14
1.3.2. Хибна стеля	14
1.3.3. Система повітряного душування	15
1.3.4. Повітроводи з подовжніми чи з поперечними щілинами	16
1.3.5. Основи розрахунку системи повітророзподілу камер термообробки харчових продуктів	17
1.4. Системи повітророзподілу з текстильними повітропроводами	19
1.4.1. Повітропроводи з проникних матеріалів	19
1.4.2. Повітропроводи з непроникного матеріалу з рядами отворів (перфорацією)	21
2. ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	25
2.1. Обладнання камер охолодження м'яса	26
2.1.1. Обладнання камер із природним рухом повітря	26
2.1.2. Обладнання камер з примусовим рухом повітря	37
2.1.3. Порівняльні показники камер охолодження м'яса	41
2.1.4. Основи розрахунку охолодження харчових продуктів	43
2.2. Обладнання для охолодження риби	44
2.2.1. Обладнання для охолодження риби водою або льодо-водяною сумішшю	44
2.2.2. Конвеєрна система охолодження риби в холодній морській воді	47
2.2.3. Обладнання системи охолодження риби транспортного судна	50
2.2.4. Система попереднього охолодження риби зрошенням на сітчастому транспортері	51
2.3. Обладнання для охолодження плодів і овочів	54
2.3.1. Обладнання камер із інтенсивним рухом повітря	54

2.3.2. Обладнання для охолодження фруктів в ізотермічних вагонах, авто-мобілях із ізотермічними кузовами та вагонах-холодильниках	56
2.3.3. Обладнання для охолодження овочів у вакуумі	58
2.3.4. Установки для охолодження плодів і овочів у воді	59
2.3.5. Установка для охолодження овочів льодом	61
2.4. Апарати для охолодження птиці	63
2.4.1. Апарати тунельного типу	63
2.4.2. Апарат для охолодження тушок птиці зрошенням	63
2.4.3. Апарат для охолодження тушок птиці зануренням	64
2.4.4. Автоматизований апарат для охолодження тушок птиці методом занурення в льодо-водяну суміш	65
2.5. Обладнання для охолодження молочної продукції	66
2.5.1. Автоматизована пластинчаста установка для охолодження молока і молочних продуктів	66
2.5.2. Пластинчасті охолоджувачі	67
 3. ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	 69
3.1. Обладнання камер заморожування м'яса	69
3.1.1. Обладнання камер із примусовим рухом повітря	70
3.1.2. Обладнання камер із природним рухом повітря	75
3.1.3. Порівняльні показники камер заморожування м'яса	76
3.1.4. Основи розрахунку камер заморожування м'яса	77
3.2. Повітряні морозильні апарати	79
3.2.1. Візкові морозильні апарати	79
3.2.2. Конвеєрні морозильні апарати	82
3.2.3. Основи розрахунку конвеєрних апаратів	87
3.2.4. Спиральні швидкоморозильні апарати	89
3.2.5. Гравітаційні морозильні апарати	94
3.2.6. Флюїдизаційні морозильні апарати	96
3.2.7. Основи розрахунку флюїдизаційних апаратів	100
3.3. Апарати безконтактного заморожування	103
3.3.1. Горизонтально-плиткові апарати	103
3.3.2. Вертикально-плиткові апарати	106
3.3.3. Роторні апарати	107
3.3.4. Морозильні апарати барабанного типу	109
3.4. Контактні морозильні апарати	112
3.4.1. Кріогенні апарати	

3.4.2. Вуглекислотні морозильні апарати	119
3.4.3. Фреонові морозильні апарати	122
3.4.4. Апарати для заморожування продуктів рідкими холодоносіями	123
4. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	127
4.1. Установки з підведенням тепла до поверхні продукту	128
4.1.1. Обладнання для організації процесу дефростації в камерах	129
4.1.2. Установки для розморожування харчових продуктів у потоці вологого повітря	132
4.1.3. Установки для розморожування харчових продуктів у вакуумі	133
4.1.4. Установки для розморожування продуктів зануренням у воду	137
4.1.5. Установки для розморожування харчових продуктів водою шляхом зрошення	138
4.1.6. Установка для комбінованого розморожування харчових продуктів повітрям і водою	143
4.1.7. Основи розрахунку тривалості розморожування харчових продуктів, та кількості теплоти підведеної до продукту при його розморожуванні	144
4.2. Установки з підведенням тепла до об'єму продукту	145
5. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА ПІДТРИМКИ СКЛАДУ РЕГУЛЮВАЛЬНИХ ГАЗОВИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНИХ КАМЕР	152
5.1. Основні положення зберігання	152
5.1.1. Модифіковане газове середовище (МГС)	154
5.1.2. Регульовальне газове середовище (РГС)	160
5.1.3. Основи розрахунку холодильного зберігання харчових продуктів у РГС	171
5.2. Принципи створення і підтримання газових режимів у холодильній камері з РГС	172
5.2.1. Газоізоляція сховищ	172
5.2.2. Газові суміші	177
5.3. Обладнання камер з РГС	180
5.3.1. Азотні генератори	181
5.3.2. Адсорбери вуглекислого газу	182
5.3.3. Скрубери кисню	183
5.3.4. Конвертери етилену	184
5.3.5. Центральна система керування My Fruit	185
5.3.6. Система автоматичного обліку конденсату	186
5.4. Технологія зберігання та особливості експлуатації камер з РГС	187

6. ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА ПІДПРИЄМСТВ ТОРГІВЛІ ТА ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ	199
6.1. Збірні холодильні камери	200
6.2. Холодильні шафи	206
6.3. Холодильні вітрини	213
6.3.1. Холодильні прилавки та прилавки-вітрини	218
6.3.2. Бонети (ванни або гондоли)	223
6.3.3. Гірки	226
6.3.4. Морозильні скрині	228
6.4. Льодогенератори, фризери, охолоджувач напоїв	231
6.4.1. Льодогенератори лускоподібного льоду	233
6.4.2. Льодогенератори кубикового льоду	235
6.4.3. Льодогенератори стаканчикового льоду	238
6.4.4. Основи розрахунку льодогенераторів	242
6.4.5. Фризери	244
6.4.6. Охолоджувачі напоїв	247
6.5. Холодильні агрегати торгово-побутового обладнання	250
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	257



Холодильно-технологічне обладнання – це величезне різноманіття пристроїв із виробництва штучного холоду, яке відрізняється галузями та способами застосування, холодопродуктивністю, потужністю, діапазоном низьких температур, фізичними явищами, на яких заснований принцип роботи холодильної машини, дизайном, та іншими критеріями.

Найбільше значення холодильне обладнання має у сфері виробництва та продажу продуктів харчування. Всі технологічні операції переробки харчової сировини, виробництва та товарообігу харчових продуктів (охолодження, заморожування, зберігання, транспортування) потребують різноманітного холодильного обладнання, від рефрижераторних судів і вагонів, холодильних установок холодокомбінатів та овочесховищ, технологічного холодильного обладнання харчової та переробної індустрії, торговельного холодильного обладнання підприємств торгівлі до побутового холодильника. Постійно зростаючий попит і розширення галузей застосування штучного холоду стимулюють розвиток і вдосконалення сучасного холодильного обладнання.

Метою посібника є ознайомлення майбутніх фахівців із раціональним вибором, номенклатурою, класифікацією, конструкціями, будовою та принципом дії, практичним застосуванням холодильного обладнання (холодильне технологічне обладнання для проведення процесів холодильної обробки харчової сировини та продуктів, побутове та торговельне холодильне обладнання).

У процесі виробництва й збільшення обсягів реалізації харчових продуктів немаловажна роль належить холодильній техніці, що дозволяє:

- створювати запаси швидкопсувних харчових продуктів у різноманітному асортименті;
- збільшувати тривалість зберігання заморожених харчових продуктів;
- продавати харчові продукти сезонного виробництва рівномірно протягом року;
- знижувати товарні втрати під час зберігання й транспортування продовольчих

товарів;

- впроваджувати прогресивні методи надання послуг населенню підприємствами торгівлі й громадського харчування, забезпечуючи високий рівень обслуговування, санітарний стан;
- задовольняти потреби населення в якісних продуктах харчування.

Для збереження якості швидкопсувних харчових продуктів необхідно безперервний вплив на них холоду. Розвиток торгівлі й громадського харчування в сучасних ринкових умовах нерозривно пов'язане з технічним прогресом.

Основним напрямом науково-технічного прогресу є вдосконалювання холодильного обладнання, що полягає в корінній модернізації моделей, що випускають, розробці нових асортиментів холодильного обладнання з використанням прогресивних технічних рішень, таких як:

- ✓ уніфікація вузлів і деталей; виготовлення й використання конструкцій, що обгороджують, у вигляді панелей із заливної пінополіуретанової теплоізоляції;
- ✓ спосіб охолодження із примусовою циркуляцією повітря в охолоджуваному об'ємі;
- ✓ використання високооборотних холодильних агрегатів з герметичними й ротаційними компресорами, моноблочних холодильних машин з розміщенням їх на стельових панелях.

Практично у всіх ланках ланцюга «від виробника до споживача» потрібні кваліфіковані фахівці, які мають знання з розробки, проектування, монтажу та сервісного обслуговування холодильного обладнання.

1. СИСТЕМИ ПОВІТРОРозПОДІЛУ ОХОЛОДЖУВАНИХ ПРИМІЩЕНЬ



1.1. Класифікація систем повітророзподілу

1.2. Системи повітророзподілу у камерах зберігання харчових продуктів

1.2.1. Двоканальна система

1.2.2. Одноканальна система

1.2.3. Безканальна система

1.2.4. Основи розрахунку системи повітророзподілу в камерах зберігання харчових продуктів

1.3. Системи повітророзподілу у камерах холодильної обробки харчових продуктів

1.3.1. Тунельна система

1.3.2. Хибна стеля

1.3.3. Система повітряного душування

1.3.4. Повітроводи з подовжніми чи з поперечними щілинами

1.3.5. Основи розрахунку системи повітророзподілу камер термообробки харчових продуктів

1.4. Системи повітророзподілу з текстильними повітропроводами

1.4.1. Повітропроводи з проникних матеріалів

1.4.2. Повітропроводи з непроникного матеріалу з рядами отворів (перфорацією)

1.1. Класифікація систем повітророзподілу

Для організації руху повітря в приміщеннях, що охолоджуються, їх обладнують спеціальним обладнанням або пристроями, які утворюють систему повітророзподілу.

Параметри повітряних струменів, що формуються системами повітророзподілу, залежать від їх виду (вільні і стиснені струмені). Специфічні особливості роботи та аналіз систем повітророзподілу стосовно умов камер холодильної обробки або зберігання продуктів будуть розглянуті під час вивчення обладнання цих пристроїв. Системи повітророзподілу, що формують вільні струмені, отримали широке поширення в камерах, призначених для холодильної обробки м'яса в тушах і напівтушах. У цих камерах слід створювати спрямований обдув стегнових частин, товщина яких визначає тривалість холодильної обробки напівтуші.



Системи повітророзподілу оцінюються і порівнюються за технологічними, економічними і експлуатаційними показниками.

До технологічних показників відносять:

- ✓рівномірність параметрів повітряного середовища (температура, вологість, швидкість) у вантажному обсязі камер зберігання або біля поверхні продуктів, що охолоджуються (заморожуються) у камерах холодильної обробки;
- ✓постійність параметрів повітряного середовища (температура, вологість, швидкість) у часі;
- ✓усушка продуктів;

✓інтенсивність охолодження (заморожування) .

До економічних показників відносять:

- ✓питомі капітальні витрати;
- ✓питомі експлуатаційні витрати.

До експлуатаційних показників відносять:

- ✓зручність монтажу, експлуатації та ремонту;
- ✓можливість регулювання системи за зміни умов роботи приміщення, що охолоджується.

1.2. Системи повітророзподілу у камерах зберігання харчових продуктів

1.2.1. Двоканальна система

У камерах зберігання рух повітря доцільно організувати за допомогою систем повітророзподілу таким чином, щоб створити рівномірні поля (температурне та вологісне) у вантажному об'ємі камери; екранувати зовнішні огороження приміщень повітряними струменями, що охолоджуються.



Двоканальна система повітророзподілу складається з всмоктувального та нагнітального каналів з вікнами, вентилятора та повітроохолодника. З приміщення повітря засмоктується через всмоктувальний клапан і вентилятором подається в повітроохолодник, де охолоджується та підсушується. Після повітроохолодника холодне повітря, що направляється в приміщення через нагнітальний канал, підігрівається та зволожується. Рівномірність повітророзподілу досягається за рахунок великої кількості вікон (2–3 на шестиметровий проліт), з яких повітря виходить зі швидкістю 1–2 м/с.

Для часткового екранування теплового потоку через зовнішні огороження нагнітальні канали розташовують ближче до стелі, а вікна для подачі повітря – на нижній поверхні каналу. У цьому випадку холодне повітря, що виходить із вікон, створює повітряну завісу біля зовнішніх стін.

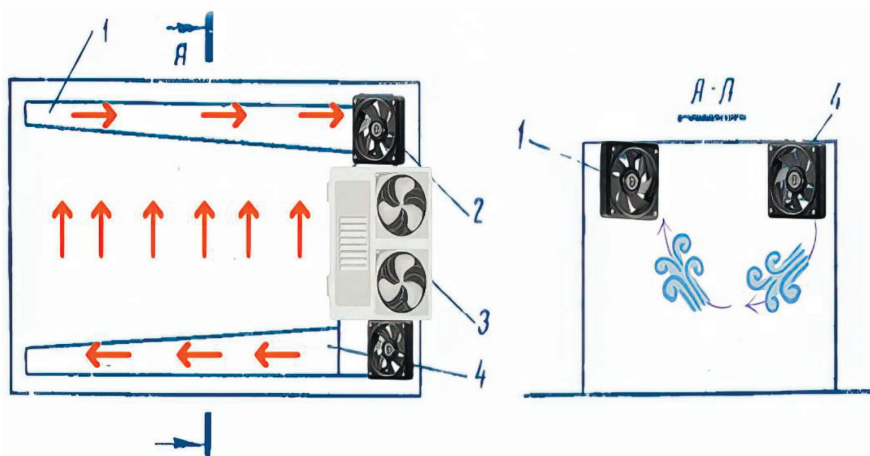


Рис. 1.1. Двоканальна система повітророзподілу:

1 – всмоктувальний канал; 2 – вентилятор; 3 – повітроохолодник; 4 – нагнітальний канал

Стрілки показують напрямок руху повітря

За двоканальної системи спостерігається помітна швидкість руху повітря лише поблизу вікон нагнітальних каналів. Оскільки частину приміщення займають канали, то зменшується вантажний об'єм цього приміщення.

1.2.2. Одноканальна система

За одноканальної системи в приміщенні, що охолоджується, розташовуються тільки нагнітальні канали. Одноканальна система повітророзподілу виконується з ежекторною подачею повітря та подачею його через вікна.

Під час ежекторної подачі холодне повітря направляється в приміщення через сопла різної конструкції, вмонтовані в повітропроводах.

У камерах зберігання харчових продуктів повітроводи розміщуються у верхній зоні камери над вантажним відсіком.

В одноканальній системі з подачею

повітря через вікна холодне повітря подається з невеликою швидкістю. Температура холодного повітря на 2–3°C нижче температури повітря приміщення.

Рівномірна швидкість руху повітря у вантажному обсязі камер зберігання з одноканальною системою повітророзподілу досягається розміщенням розгалуженої системи повітроводів з великою кількістю вікон.

Спеціальні автоматичні заслінки вікон регулюють кількість повітря, що подається.

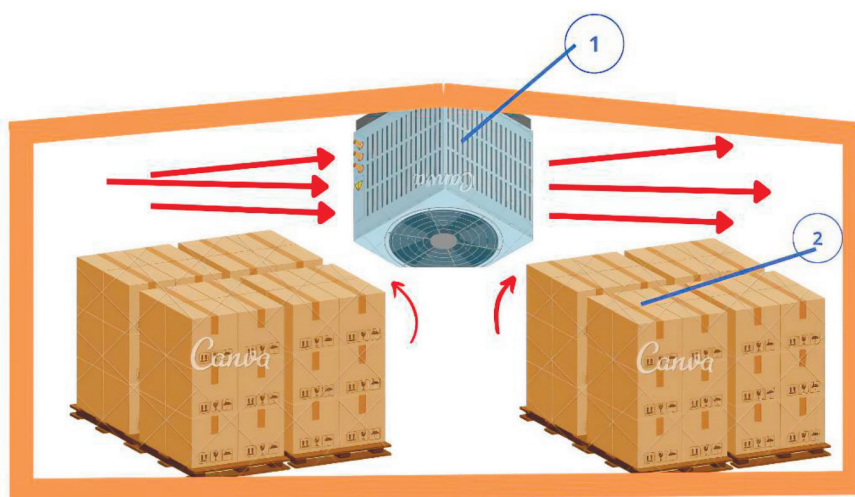


Рис. 1.2. Одноканальна система повітророзподілу:

1 – нагнітальний канал; 2 – штабель вантажу

Стрілки показують напрямок руху повітря

1.2.3. Безканальна система

За безканальної системи холодне повітря подається в приміщення через циліндричні, конічні або прямокутні сопла (насадки).

Повітря зазвичай охолоджується в постаментних повітряних охолоджувачах (рис. 1.3), які витісняються підвісними. Такі повітроохолоджувачі не займають будівельну площу охолоджуваних приміщень і розташовуються на відстані 3–6 м один від одного.

Повітря, охолоджене в підвісному охолоджувачі (рис. 1.4), подається в камеру за допомогою направляючого апарату. Конструктивне оформлення прямого апарату, що забезпечує раціональний рух холодного повітря, залежить від призначення приміщення, що охолоджується.

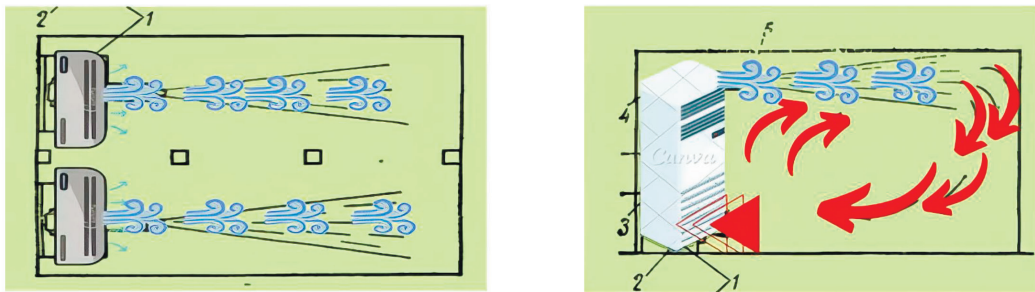


Рис. 1.3. Безканална система повітророзподілу з постаментними охолоджувачами повітря:

1 – постаментний повітроохолоджувач; 2 – всмоктувальне вікно;

3 – охолодні секції; 4 – відцентровий вентилятор; 5 – сопл

Стрілки показують напрямок руху повітря

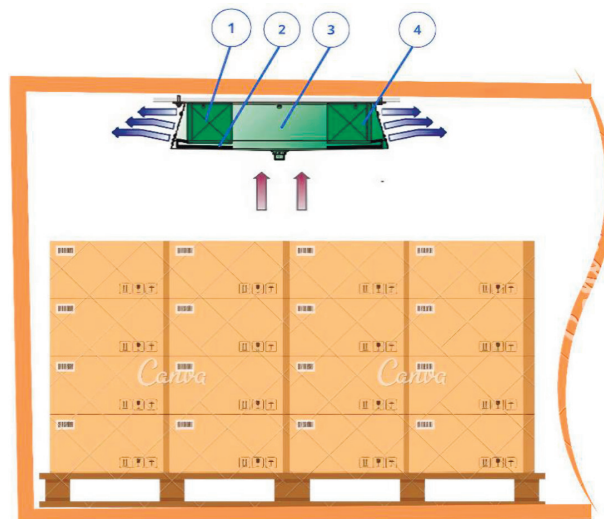


Рис. 1.4. Безканална система повітророзподілу з підвісними охолоджувачами повітря:

1 – підвісний повітроохолоджувач; 2 – піддон повітроохолоджувача;

3 – вентилятор; 4 – напрямний апарат

Стрілки показують напрямок руху повітря

1.2.4. Основи розрахунку системи повітроподілу в камерах зберігання харчових продуктів

У камерах зберігання рух повітря необхідно організовувати за допомогою систем повітроподілу таким чином, щоб створити рівномірні поля (температурне та вологісне) у вантажному об'ємі камери; екранувати зовнішні огороження охолоджуючих приміщень повітряними потоками.

Під час розрахунку необхідно визначати кількість і швидкість поданого в приміщення повітря та діаметр сопел для розподілу повітря.

Кількість повітря V_0 у $\text{м}^3/\text{с}$, обчислюють за формулою:

$V_0 = \frac{Q_0}{q_k(i_k - i_1)},$		(1.1)
де	Q_0 – теплове навантаження на камерне обладнання, кВт; q_k – щільність повітря в камері, $\text{кг}/\text{м}^3$; i_k, i_1 – питома ентальпія повітря відповідно в камері і на виході із сопла, $\text{кДж}/\text{кг}$.	

Холодне повітря подається в приміщення через циліндричні, конічні або прямокутні сопла (насадки).

Задаючись початковою швидкістю повітря $\omega_0 = [10-15] \text{ м/с}$ діаметр циліндричного сопла d_0 в метрах, обчислюють за формулою:

$d_0 = \sqrt{\frac{4V_0}{\pi \cdot \omega_0}},$	(1.2)
---	-------

Інтенсивність витоку повітря характеризує коефіцієнт турбулентності (a_t) величина якого залежить від форми сопла (типу).

Таблиця 1.1

Характеристика коефіцієнта турбулентності

Конічне	0,066–0,071
Циліндричне	0,076
Платке	0,09–0,12
Платке з направляючими лопатками	0,15–0,2

У камерах зберігання продуктів необхідно забезпечити середню швидкість руху зворотного потоку в кінці дії потоку. Абсолютне значення максимальної швидкості складає 1–1,5 м/с, а мінімальної – 0,3–0,5 м/с.

1.3. Системи повітророзподілу у камерах холодильної обробки харчових продуктів

1.3.1. Тунельна система

Тунельна система складається з тунелю, в якому знаходиться харчовий продукт, що піддається холодильній обробці, і перегородок, що організують рух повітряного потоку в системі. Повітря може переміщуватись вздовж короткої (поперечний рух) і довгої (поздовжній рух) сторін приміщення або ж у вертикальній площині тунелю (рис. 1.5).

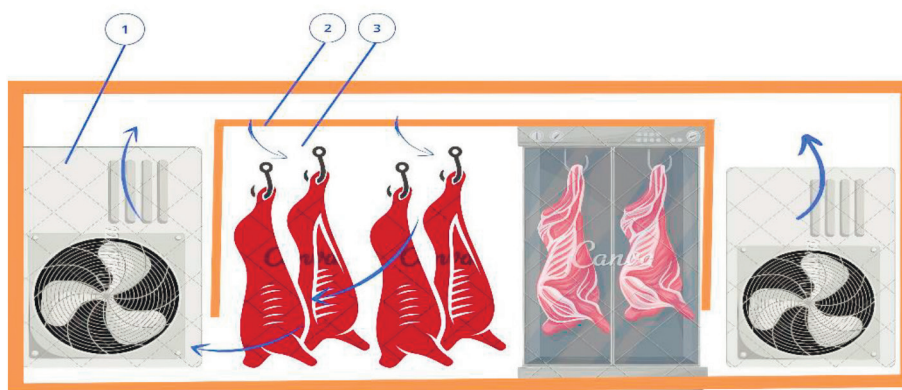


Рис. 1.5. Тунельна система повітророзподілу з рухом повітря у вертикальній площині:

1 – повітроохолодник; 2 – перегородки; 3 – тунель
Срілки показують напрямок руху повітря

Охолоджене в повітроохолоднику повітря вентиляторами прямує в тунель, де воно омиває продукт, який може розташовуватися на підвісних шляхах, етажерках, у формах, ящиках або в коробках.

Тунелі з поперечним рухом повітря через значний живий переріз оснащуються декількома осьовими вентиляторами, а тунелі з поз-

довжнім рухом – відцентровими. Для тунелів з поздовжнім рухом повітря характерний значний аеродинамічний опір у циркуляційному кільці і менша, порівняно з тунелями з поперечним рухом, витрата повітря.

Тунельну систему повітророзподілу застосовують у камерах холодильної обробки продуктів.

1.3.2. Хибна стеля

Хибну стелю виготовляють з азбоцементних або пластикових листів, встановлених у вигляді щитів між балками підвісних шляхів. У щитах, покладених над рейками підвісних колій, передбачаються щілини шириною 30–40 мм.

Висота простору між хибною стелею та перекриттям становить близько 800 мм для багатоповерхових холодильників; висота цього простору в одноповерхових холодильниках визначається величиною нахилу покрівлі.

Елемент конструкції камери, обладнаної хибною стелею, зображено на рис. 1.6. Ширина щілин хибної стелі 30–40 мм, а довжина 300–700 мм з кроком між щілинами 200–300 мм. За зазначеними конструктивними розмірами щілин хибної стелі система повітророзподілу забезпечує розрахункові швидкості руху повітря.

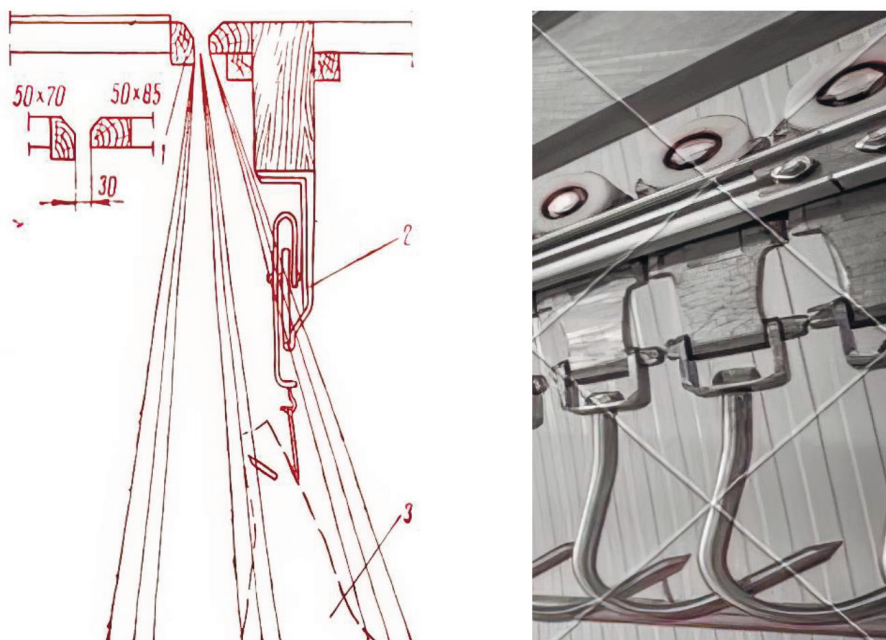


Рис. 1.6. Елемент конструкції камери, обладнаної хибною стелею:

1 – хибна стеля; 2 – підвісний шлях; 3 – напівтуша м'яса

1.3.3. Система повітряного душування

Система повітряного душування складається з металевих повітроводів прямокутного або фасонного перерізу, що знаходяться над підвісними шляхами. У повітропроводах вмонтовані циліндричні сопла діаметром 50 мм, розташовані в шаховому порядку (5–6 сопел на 1 м довжини повітроводу).

Під час повітряного душування напівтуш м'яса стегові частини обдуваються повітряними струменями, що виходять із сопел.

Елемент конструкції камери, обладнаної системою повітряного душування, зображено на рис. 1.7, а характер розвитку повітряних

струменів у поверхні напівтуш м'яса – на рис. 1.8. Виходячи з сопел і розширюючись за рахунок ежекції навколишнього повітря, струмені повітря зливаються і рухаються одним потоком, водночас спочатку з найбільшою швидкістю обдуваються стегові частини напівтуш, а потім з меншою – лопаткові. Під час руху струменів їх граничні шари складаються, внаслідок чого середня швидкість руху повітря в зоні стегна напівтуші стає вищою за середню швидкість струменя, що виходить з окремого сопла.

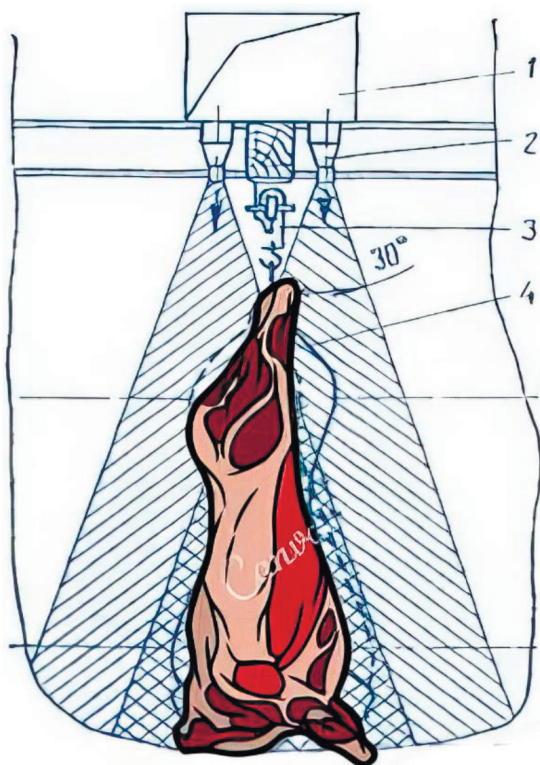


Рис. 1.7. Елемент конструкції камери, обладнаної системою повітряного душування:
1 – повітропровід; 2 – сопло;
3 – підвісний шлях; 4 – напівтуша м'яса

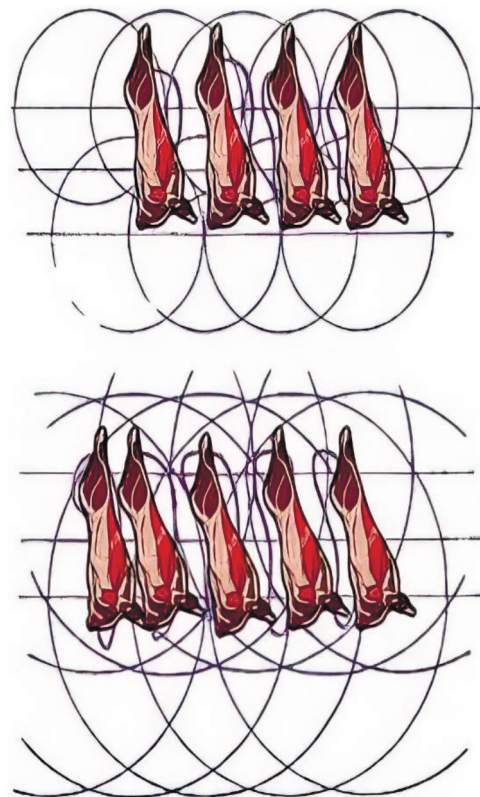


Рис. 1.8. Характер розвитку повітряних струменів у напівтуші м'яса

1.3.4. Повітроводи з подовжніми чи з поперечними щілинами

Система розподілу повітря складається з повітроводів, розташованих між підвісними шляхами. Холодне повітря, що виходить із сопел, обдуває товсті стегові частини напівтуш. На відміну від системи повітряного душування виготовлення повітроводів із щілинами значно простіше і дешевше. Під час подачі повітря в камеру через подовжні щілини з оптимальною швидкістю обдувається лише частина верхніх стегової частини напівтуші, що при-

зводить до зростання тривалості холодильної обробки м'яса.

Більш досконалою є система подачі повітря через поперечні щілини повітроводів, що доцільно розміщати між підвісними шляхами (це дозволяє наблизити повітровід до продукту і значно знизити швидкість виходу повітря із сопла). Для нормального обдуву стегових частин напівтуші необхідно передбачити 8 щілин на 1 м повітроводу.

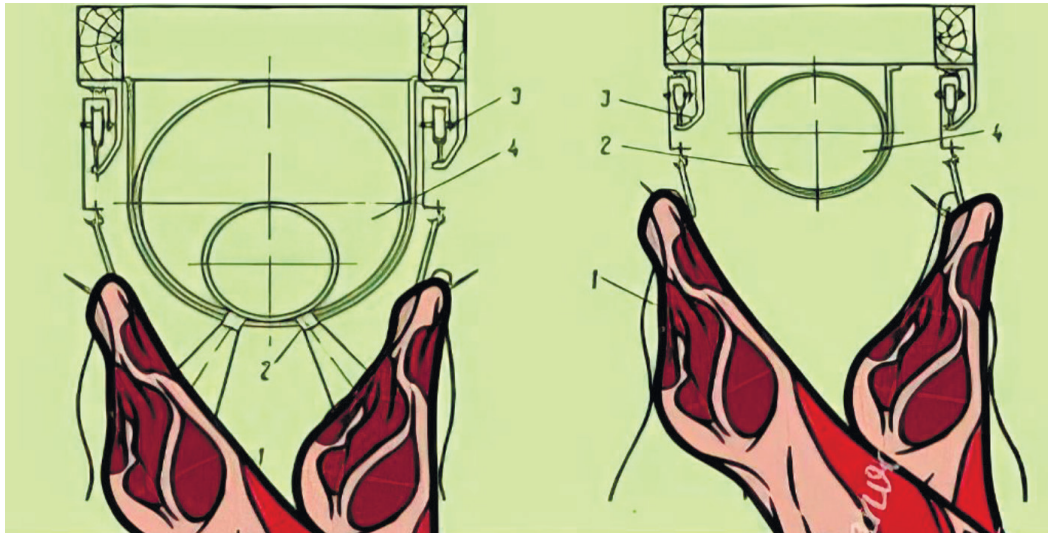


Рис. 1.9. Елемент конструкції камери, обладнаної повітропроводами:
 а – з поздовжніми щілинами; б – з поперечними щілинами;
 1 – напівтуша м'яса; 2 – сопло; 3 – підвісний шлях; 4 – повітропровід

1.3.5. Основи розрахунку системи повітророзподілу камер термообробки харчових продуктів

Системи повітророзподілу, які формують вільні потоки, отримали широке використання в камерах охолодження та заморожування м'яса в тушах і напівтушах. У таких камерах необхідно створити направлений обдув стegovих частин, товщина яких визначає термін холодильної обробки напівтуші та швидкість руху повітря.

Для забезпечення заданого терміну охолодження чи заморожування задаємося швидкістю повітря, в зоні розміщення стegovих частин $\omega_{\text{хт}} = 1 \sim 3$ м/с

Початкова швидкість повітря, що виходить із сопел ω_0 , у метрах в секунду, визначається із порівняння:

для циліндричних та конічних сопел під час осевої швидкості:

$\frac{\omega_x}{\omega_0} = \frac{0,48}{\frac{a_{\text{тх}}}{B_0} + 0,145}$	(1.3)
--	-------

для плоских сопел під час осевої швидкості:

$\frac{\omega_x}{\omega_0} = \frac{1,2}{\sqrt{\frac{a_{\text{тх}}}{B_0} + 0,41}}$	(1.4)
---	-------

де	ω_x – осьова швидкість руху потоку, м/с; ω_0 – початкова швидкість повітря, яке виходить із сопла, м/с; a_m – коефіцієнт турбулентності потоку (для циліндричного сопла $a_m = 0,066-0,071$) x – відстань від сопла до центра стегна, м; d_0 – діаметр сопла, м; b_0 – половина висоти плоского сопла, м.
----	---

або відповідно для сопел за середньої швидкості:

циліндричних	плоских	
$\frac{\omega_x}{\omega_0} = \frac{0,226}{\frac{a_T x}{B_0} + 0,145}$	$\frac{\omega_x}{\omega_0} = \frac{0,82}{\sqrt{\frac{a_T x}{B_0} + 0,41}}$	(1.5)

Кількість повітря V_0 , у м³/сек, направлено в охолоджуване приміщення за допомогою різних сопел, визначають за рівнянням:

для циліндричних сопел:

$V_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} \cdot n \cdot \omega_0$	(1.6)
--	-------

для плоских сопел прямокутної форми:

$V_0 = 2 \cdot b_0 \cdot l \cdot n \cdot \omega_0$	(1.7)
де	n – кількість сопел; l – довжина сопла, м.



Значення початкової швидкості потоку повітря для камер холодильної обробки не має перевищувати 20–25 м/с.

1.4. Системи повітророзподілу з текстильними повітропроводами

Нині в Україні стає популярним застосування текстильних повітропроводів на підприємствах харчової промисловості.

Матеріалом для виготовлення є стовідсоткова поліефірна тканина. Повітропроводи мають гладку внутрішню поверхню, яка забезпечує низькі втрати на тертя повітря об стінки, що перешкоджає відкладенню забруднень у процесі експлуатації. Матеріали, що використовують-

ся у виробництві, мають гігієнічний сертифікат, не викликають алергічних реакцій, відповідно, абсолютно безпечні та підходять для використання на різних об'єктах. Це дозволяє все більше використовувати текстильні повітропроводи на тих ділянках, де раніше використовувалися повітропроводи з металу.

1.4.1. Повітропроводи з проникних матеріалів

Повітря рівномірно розподіляється по поверхні тканини і через пори поступає в камеру.

Рекомендована швидкість повітря на вході становить 5–7 м/с, на виході з тканини – 0,02–0,5 м/с.

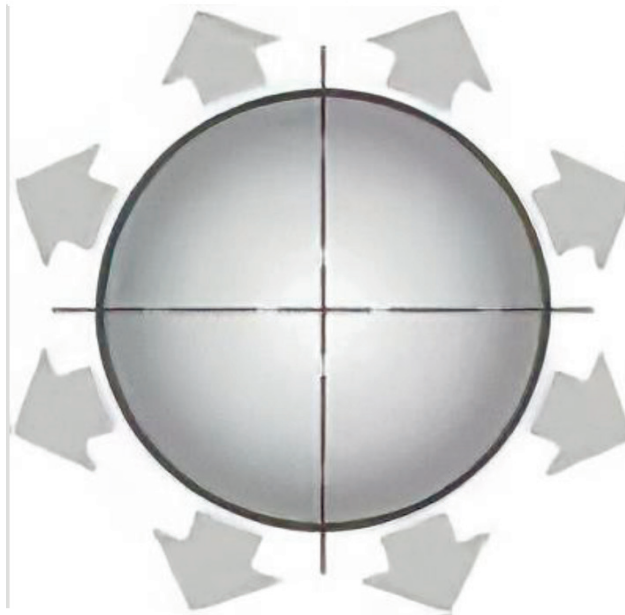


Рис. 1.10. Розподіл повітря через проникний матеріал текстильного повітропроводу

Повітропроводи з проникних матеріалів з сітчастими поздовжніми щілинами.

У цього виду текстильного повітропроводу передбачаються щілини в бічних сторонах поверхні, виготовленого з повітропроникного текстилю.

Щілини можуть бути розташовані в нижній частині або симетрично.

Швидкість виходу повітря з щілин 2–10 м/с.

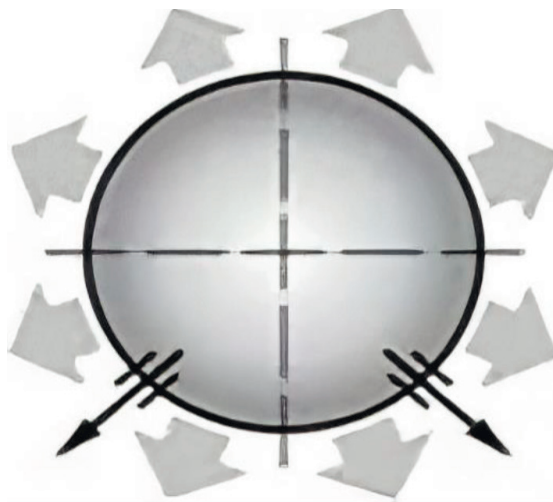


Рис. 1.11. Розподіл повітря через текстильний повітропровід з проникного матеріалу та із сітчастими поздовжніми щілинами

Повітропроводи щілинні

Повітропроводи виконуються з легкої, повітронепроникної тканини. Розподіл повітря відбувається через щілини, які розташовані в бічних сторонах поверхні повітропроводу.

Швидкість виходу повітря з щілин 2–10 м/с.



Рис. 1.12. Розподіл повітря через щілинний текстильний повітропровід

1.4.2. Повітропроводи з непроникного матеріалу з рядами отворів (перфорацією)

Повітря виходить з великого числа отворів малого діаметра. Можливо виконання повітропроводу з різними діаметрами отворів.

Завдяки напрямку перфорації вдалося виключити обдув готової продукції первинними потоками з великою швидкістю руху повітря. Водночас задовольнити всі вимоги до температурного режиму в приміщенні з кондиціонером. Зменшення руху повітря в зоні зберігання ковбаси, зменшує завітрювання і втрати маси продукції.

Повітря переміщується в турбулентних умовах, збільшується ступінь змішування і вирівнюється температура.

Швидкість виходу повітря з щілин 7–12 м/с.

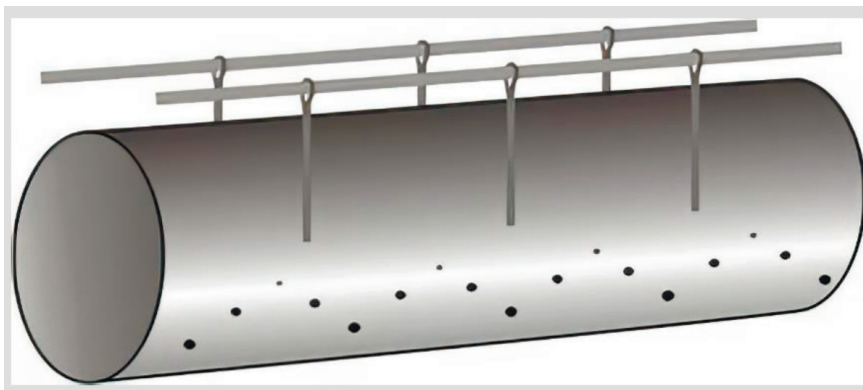


Рис. 1.13. Зовнішній вигляд повітропроводу з непроникного матеріалу та з рядами отворів (перфорацією)

Для рівномірного розподілу охолодженого повітря у відділенні можливе використання текстильних повітропроводів-дифузорів, герметичних, перфорованих. Для зменшення швидкості руху повітря в перерізі повітропровода, приймають рішення використовувати здвоєний тканинний повітропровід «U» образної конфігурації.



Рис. 1.14. Система кондиціювання повітря камери готової продукції м'ясопереробного заводу

Текстильні повітропроводи випускаються стандартними секціями, які з'єднуються між собою застібками – «блискавками» і можуть досягати будь-якої довжини, в різних конфігураціях та кольорах з можливістю вибору варіанта розподілу повітря. До повітроохолоджувачів холодильних камер вони кріпляться за допомогою армованого «коміра», а сама система монтується вздовж сталевго каната, підвішуючись на нього за допомогою пластикових карабінів.



a



б

Рис. 1.15. Застосування текстильних повітропроводів круглого перетину в холодильній камері (а) та в ковбасному цеху (б)



Рис. 1.16. Текстильні повітропроводи для зменшення швидкості повітря до нормованих значень у робочій зоні

Як підсумок, можна зазначити, що вибір на користь текстилю, як альтернативи традиційним матеріалам (оцинкованої або нержавіючої сталі), зумовлений низкою факторів:

- простим і легким монтажем/демонтажем;
- мінімальним обсягом монтажних матеріалів;
- малими витратами;
- можливістю текстильних повітропроводів працювати з більш високими швидкостями повітря;
- можливістю зміни конфігурації (поворотів осі текстильного повітропроводу до 30°) без необхідності застосування фасонних частин (поворотів, відводів), а лише зміною напрямку несучих тросів;
- меншими транспортними і логістичними витратами;

– забезпеченням більш рівномірної подачі повітря в робочу зону за рахунок рівномірно розподіленої перфорації по всій довжині текстильного повітропроводу;

- відсутністю ризику утворення конденсату на поверхні повітророзподільної системи (під час використання повітропроникної тканини);
- відсутністю корозії повітропроводів;
- відсутністю шуму під час експлуатації;
- естетичної складової (можливістю монтажу текстильних повітропроводів в корпоративній кольоровій гамі);
- легкістю чищення (прання) повітропроводів у порівнянні з чищенням традиційних повітропроводів з листової сталі.

Таблиця 1.2

Порівняння деяких технічних характеристик металевих і текстильних повітропроводів

Параметри	Повітропровід	
	металевий	текстильний
Кількість секцій	5 по 3 м	3 по 5 м
Початковий діаметр, мм	1250	710
Діаметр секцій	1250; 1000; 800; 710; 630	710
Маса повітропроводів, кг	491	11



Запуск текстильного повітропроводу



Промислове кондиціонування камери охолодження зберігання ковбас



Питання для самоконтролю

1. Які системи розподілу повітря застосовують у технологічному холодильному обладнанні?
2. За якими показниками оцінюються і порівнюються системи розподілу повітря?
3. Які системи розподілу повітря використовуються в камерах зберігання харчових продуктів? Наведіть коротку характеристику кожної системи.
4. Які переваги та недоліки безканальної, одноканальної та двоканальної систем повітророзподілу?
5. Які системи розподілу повітря використовуються в камерах холодильної обробки харчових продуктів? Наведіть коротку характеристику кожної системи.
6. Які переваги та недоліки систем повітророзподілу камер холодильної обробки харчових продуктів? Наведіть приклади практичного застосування систем розподілу повітря в камерах холодильної обробки харчових продуктів.
7. Які переваги та недоліки текстильних повітропроводів?

2. ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ



2.1. Обладнання камер охолодження м'яса

- 2.1.1. Обладнання камер із природним рухом повітря
- 2.1.2. Обладнання камер з примусовим рухом повітря
- 2.1.3. Порівняльні показники камер охолодження м'яса
- 2.1.4. Основи розрахунку охолодження харчових продуктів

2.2. Обладнання для охолодження риби

- 2.2.1. Обладнання для охолодження риби водою або льодо-водяною сумішшю
- 2.2.2. Конвеєрна система охолодження риби в холодній морській воді
- 2.2.3. Обладнання системи охолодження риби транспортного судна
- 2.2.4. Система попереднього охолодження риби зрошенням на сітчастому транспортері

2.3. Обладнання для охолодження плодів і овочів

- 2.3.1. Обладнання камер із інтенсивним рухом повітря
- 2.3.2. Обладнання для охолодження фруктів в ізотермічних вагонах, автомобілях із ізотермічними кузовами та вагонах-холодильниках

- 2.3.3. Обладнання для охолодження овочів у вакуумі
- 2.3.4. Установки для охолодження плодів і овочів у воді
- 2.3.5. Установка для охолодження овочів льодом

2.4. Апарати для охолодження птиці

- 2.4.1. Апарати тунельного типу
- 2.4.2. Апарат для охолодження тушок птиці зрошенням
- 2.4.3. Апарат для охолодження тушок птиці зануренням
- 2.4.4. Автоматизований апарат для охолодження тушок птиці методом занурення в льодо-водяну суміш

2.5. Обладнання для охолодження молочної продукції

- 2.5.1. Автоматизована пластинчаста установка для охолодження молока і молочних продуктів
- 2.5.2. Пластинчасті охолоджувачі

2.1. Обладнання камер охолодження м'яса

Холодильне технологічне обладнання для охолодження продуктів має свої специфічні особливості, тому воно може бути класифіковане як обладнання для охолодження м'яса й риби, плодів і овочів, птиці, молока й молочних продуктів.



Рис. 2.1. Приклад камери охолодження м'яса

2.1.1. Обладнання камер із природним рухом повітря

Досконалість камер охолодження м'яса оцінюється показниками:

технологічними	конструктивними	експлуатаційними	економічними
тривалість і рівномірність холодильної обробки, величина усушки м'яса, рівномірність температурних полів, вологість і швидкість руху повітря в об'ємі камери чи тунелю	компактність, металоемність, рівень механізації та автоматизації, оснащеність приладами охолодження, питоме знімання охолодженого м'яса, питома витрата електроенергії	надійність роботи, тривалість завантаження й вивантаження, відтавання інею з охолоджувальних приладів, зручність ремонту	питомі капітальні й експлуатаційні витрати, вартість охолодження 1 т м'яса

Залежно від застосовуваного холодильного обладнання, систем розподілу повітря, а також від організації процесу холодильної обробки м'яса камери охолодження бувають тунельного типу, із сухими та мокрими повітроохолоджувачами, камери із системою повітряного душення, з міжрядними радіальними батареями й детандерами.

Камери тунельного типу звичайно виконуються з поздовжнім чи поперечним рухом повітря. Повітря охолоджується в повітроохолоджувачах, розміщення яких може бути нижнє, бічне і верхнє. Будова камери тунельного типу з подовжнім рухом повітря зображено на рис. 2.2а. Обладнання камери складається з повітроохолоджувача, відцентрового вентилятора і перегородок, що створюють спрямований рух повітря. Із повітроохолоджувача повітря надходить у тунель, де омиває напівтуші, розташовані на підвісних шляхах. Напівтуші м'яса створюють великий опір, тому повітря спрямовується в простір тунелю, вільний від м'яса, минаючи його центральну частину. У міру руху повітря тунелем він нагрівається. Напівтуші, що знаходяться біля виходу з тунелю, охолоджуються повільніше, ніж напівтуші, розташовані біля входу в тунель. Нерівномірність охолодження м'яса в тунелі складає 2–6 год.

Камера тунельного типу з поперечним рухом повітря зображено на рис. 2.2б. Паралельно довгій стороні камери є перегородка, що поділяє камеру на два тунелі.

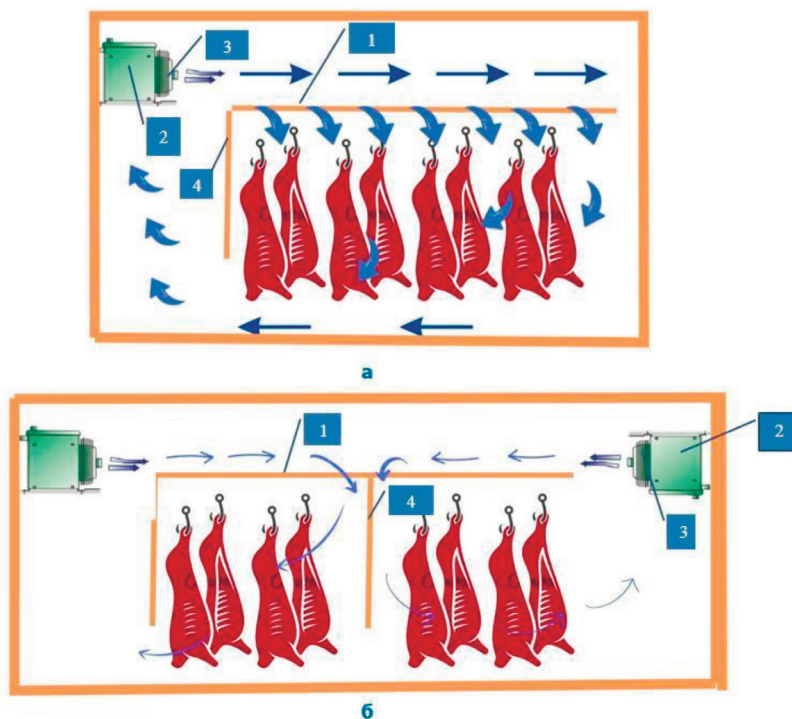


Рис. 2.2. Камери охолодження м'яса тунельного типу:

а – з поздовжнім рухом повітря: 1 – тунель; 2 – охолоджувач повітря;

3 – відцентровий вентилятор; 4 – перегородка;

б – з поперечним рухом повітря: 1 – охолоджувач повітря;

*2 – перегородка; 3 – охолоджувальні напівтуші м'яса; 4 – каркас підвісного шляху
(стрілки показують напрямки руху повітря)*

Повітря, яке подається вентиляторами, після його охолодження в повітроохолоджувачах рухається в напрямку, перпендикулярному поздовжній осі тунелю. Для рівномірного охолодження м'яса в камерах застосовують реверсивні вентилятори (рис. 2.3), що дозволяє змінювати напрямки руху повітря в тунелі (автоматично чи вручну). У цих камерах за температури повітря -2°C та середньої швидкості його руху 2–3 м/с тривалість охолодження напівтуш складає 16–18 год.



Рис. 2.3. Реверсивний вентилятор



Рис. 2.4. Охолоджувачі повітря

Камери з охолоджувачами повітря (рис. 2.4).

У камерах охолодження м'яса з безканальною системою розподілу повітря та удаваною стелею звичайно застосовують сухі чи мокрі повітроохолоджувачі. Залежно від способу оребрення повітроохолоджувачі бувають із високим ступенем оребрення (компактні) і малим, а залежно від розташування повітроохолоджувачів вони можуть бути підлогові, стельові і підвісні.

Розміщення обладнання в камері із сухими підлоговими повітроохолоджувачами і безканальною системою розподілу повітря зображено на рис. 2.5. Повітря, що засмоктується вентилятором із камери, проходить через охолоджувальні секції повітроохолоджувача, а потім через циліндричні сопла подається у верхню зону камери.

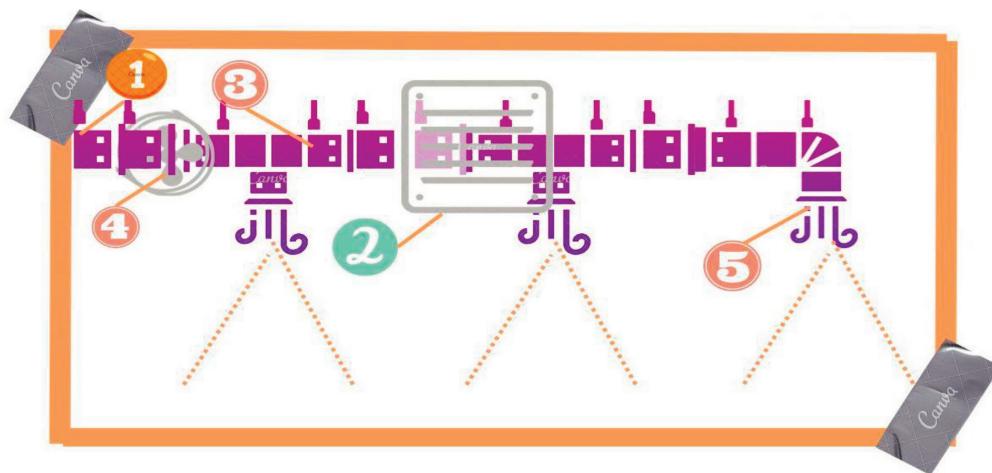


Рис. 2.5. Камера охолодження м'яса із сухими підлоговими повітроохолоджувачами та безканальною системою розподілу повітря:

1 – всмоктувальний патрубок; 2 – повітроохолоджувач;
3 – електродвигун; 4 – вентилятор; 5 – сопло

Недоліки:

- ✓ *нерівномірне охолодження напівтуш, розташованих у різних зонах камери;*
- ✓ *низька швидкість руху повітря в зоні розташування стегна напівтуші (0,4–0,6 м/с);*
- ✓ *підвищена металоємність повітроохолоджувача (до 25 кг на 1 м² теплопередавальної площі поверхні).*

Переваги:

- ✓ *простота обладнання, легкий і швидкий монтаж;*
- ✓ *нескладна експлуатація.*

Крім того, повітроохолоджувачі займають близько 15% площі камери. Камери із сухими

повітроохолоджувачами та удаваною стелею зображено на рис. 2.6. Охолоджене в повітроохолоджувачі повітря вентиляторами подається під удавану стелю, а звідти через щілини – у камеру, обдуваючи стегові частини напівтуш. **Тривалість охолодження напівтуш м'яса за температури повітря в камері мінус 2°C та швидкості руху повітря біля стегової частини напівтуш 0,6 м/с складає 20–22 год.** У камерах такого типу можна створити підвищену швидкість руху повітря біля стегових частин охолоджуваних напівтуш за малої кратності циркуляції (90–100 обсягів на 1 год), у результаті чого зменшується витрата електроенергії на привод вентиляторів.



Рис. 2.6. Камера охолодження м'яса з сухими повітроохолоджувачами

Найбільша швидкість руху повітря спостерігається наприкінці камери (рахуючи від місця подачі повітря), а найменша – на початку камери. Причому в щілинах, розташованих поблизу від місця подачі повітря, іноді спостерігається підсмоктування повітря.

Це призводить до нерівномірності швидкості руху повітря біля стегових частин напівтуш (швидкість змінюється від 0,15 до 1,4 м/с).



Щоб усунути нещільності, щити, з яких виготовляють удавану стелю, закріплюють у місцях їхнього сполучення з балками і перегородками. Канал удаваної стелі виконують у вигляді конусного перетину, причому кінцева площа перетину каналу складає 0,15–0,3 від початкової площі його перетину. Відношення площі сопел (щілин) до площі початкового перетину каналу не перевищує 0,6.

У камері з мокрими повітроохолоджувачами (рис. 2.8) є трубопроводи з форсунками для розприскування, піддон для збирання опаленого холодоносія, нагнітальні та усмоктувальні вікна.

Повітря охолоджується в результаті прямого контакту з холодоносієм (розсол). За допомогою форсунок холодоносії, температура якого -8 – -10°C , розприскується. У результаті контакту з холодоносієм охолоджене й осушене повітря внаслідок зростання щільності через нагнітальне вікно направляється в камеру.

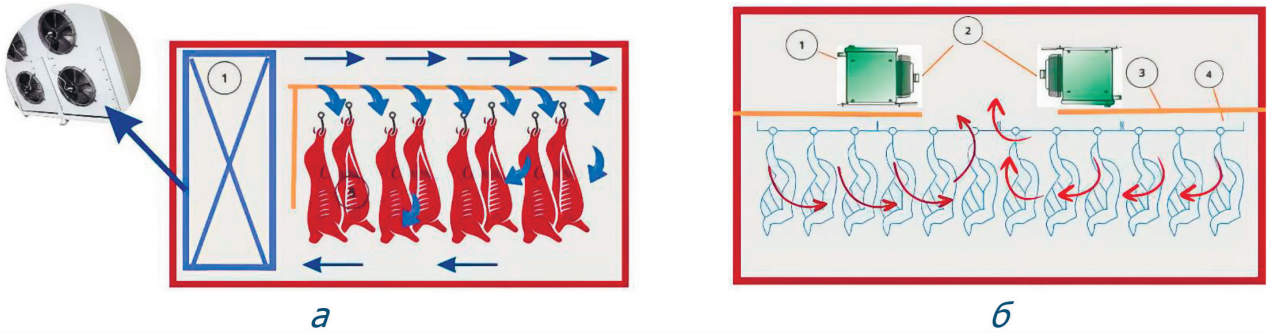


Рис. 2.7. Камера охолодження м'яса із сухими повітроохолоджувачами та удаваною стелею:

а – з постаментним повітроохолоджувачем:

- 1 – постаментний повітроохолоджувач; 2 – вентилятор із електродвигуном;
3 – підвісний шлях; 4 – удавана стеля; 5 – охолоджувана туша;

б – із стелевими повітроохолоджувачами:

- 1 – стелевий повітроохолоджувач із вентилятором;
2 – герметичний холодильний агрегат; 3 – удавана стеля; 4 – підвісний шлях

Стрілки показують напрямок руху повітря

Волога, що міститься в повітрі, поглинається холодоносієм, викликаючи його деконцентрацію. Оtepлений холодоносієм збирається в піддоні й направляється у випарник для охолодження. Оскільки холодильне обладнання камер із мокрими повітроохолоджувачами розташоване під стелею, збільшується висота камери; процес охолодження м'яса (32–36 год) супроводжується значною усушкою, що досягає 2%; нерівномірність охолодження стегнової і лопаткової частин напівтуш складає 8–10 год; поверхня м'яса знебарвлюється крапельками холодоносія, які виносяться повітрям; форсунки часто засмічуються; значна деконцентрація холодоносія ускладнює експлуатацію випарників.

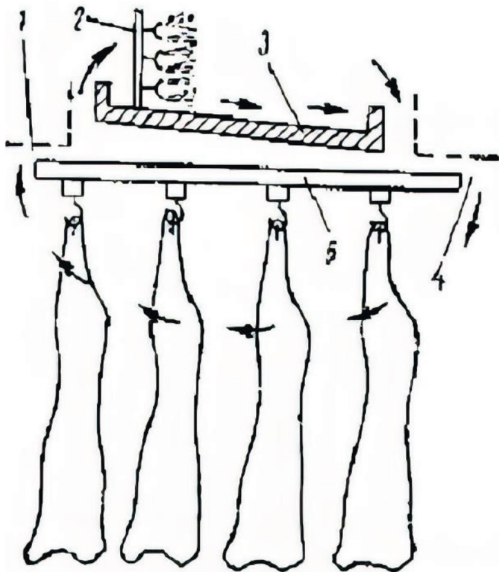


Рис. 2.8. Камера охолодження м'яса з мокрими повітроохолоджувачами:

- 1 – всмоктувальне вікно для виходу теплого повітря; 2 – трубопроводи з розбризкувальними форсунками;
3 – піддон; 4 – нагнітальне вікно для холодного повітря; 5 – балочний каркас підвісного шляху

Стрілки показують напрямок руху повітря

Компактні повітроохолоджувачі (рис. 2.9) оснащені трубчастими електронагрівниками типу тенів, які встановлено в охолоджувальних секціях повітроохолоджувачів.



Рис. 2.9. Компактний повітроохолоджувач фірми S.R.E серії TS/e

За допомогою тенів проводять періодичне (вручну чи автоматично) відтавання й видалення снігової шуби з поверхні охолоджувальних секцій.

Недоліки:

- ✓ камер із компактними повітроохолоджувачами й зосередженою подачею повітря – тривалість охолодження напівтуш м'яса;

- ✓ значні енергетичні витрати на привод вентиляторів;

- ✓ підвищена усушка м'яса і нерівномірність охолодження м'ясних напівтуш.

Переваги:

- ✓ мала металоємність (4–5 кг на 1 м² теплопередавальної поверхні);

- ✓ високий ступінь автоматизації;

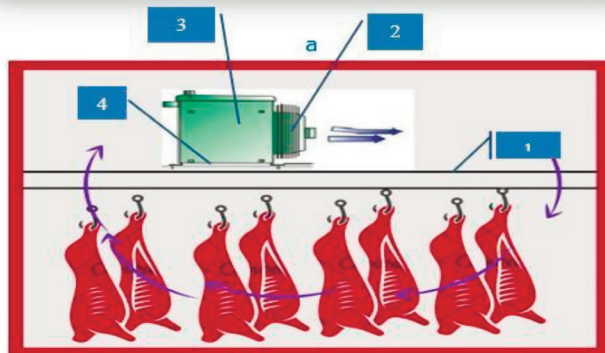
- ✓ простота в монтажу й експлуатації.

Камера, що обладнана підлоговим повітроохолоджувачем із великою теплопередавальною площею поверхні, зображено на рис. 2.10а. Повітроохолоджувач розташований у центрі камери і поділяє її на дві частини. У камері створюються два циркуляційні кільця.

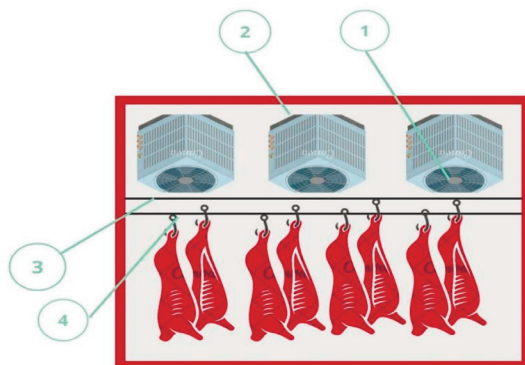
Із центра приміщення повітря засмоктується вентилятором через вікна, розташовані по обидва боки повітроохолоджувача, охолоджується та знову направляється в камеру. Проте один повітроохолоджувач не забезпечує рівномірного розподілу повітря в камері. Тому в камерах доцільно монтувати спеціальні напрямні апарати (рис. 2.10б).



а



б



в

Рис. 2.10. Камери охолодження м'яса з компактними повітроохолоджувачами:

а – з підлоговим повітроохолоджувачем: 1 – каркас підвісного шляху; 2 – вентилятор;

3 – піддон для збирання води; 4 – всмоктувальне вікно; 5 – повітроохолоджувач;

б – із стелевим повітроохолоджувачем та напрямним апаратом
для рівномірного розподілу повітря: 1 – каркас підвісного шляху; 2 – осьовий вентилятор;

3 – повітроохолоджувач; 4 – піддон для збирання води; 5 – напрямний апарат;

в – з підвісними повітроохолоджувачами: 1 – вентилятор із електродвигуном;

2 – стелевий повітроохолоджувач; 3 – каркас підвісного шляху; 4 – підвісний шлях

У разі обладнання камер підвісними повітроохолоджувачами (рис. 2.11) невеликої продуктивності їх рівномірно розосереджують у приміщенні й іноді поєднують у групи, що знаходяться в різних зонах камери.



Рис. 2.11. Камера з підвісними повітроохолоджувачами

У процесі холодильної обробки продуктів найінтенсивніше випаровується волога з поверхні м'яса на початку охолодження. За перші 4–5 год охолодження випаровується 60–75% усієї вологи, що втрачається м'ясом. Ця волога у вигляді інею осідає на поверхні батарей повітроохолоджувачів, що призводить до збільшення аеродинамічного опору, а отже, і до зниження витрат повітря та швидкості його руху біля охолоджуваних напівтуш. На роботі повітроохолоджувачів вплив інею особливо сильно позначається під час малого кроку оребрення (до 15 мм). Крім того, снігова шуба є значним тепловим опором. Унаслідок цього компактні повітроохолоджувачі значну частину часу працюють із заниженою холодопродуктивністю, що є істотним недоліком під час роботи таких охолоджувальних приладів у камерах холодильної обробки. Тому в камерах, оснащених компактними повітроохолоджувачами, доцільно проводити проміжне відтавання в процесі холодильної обробки. Прилади варто відтавати через 8–10 год після початку охолодження. Оскільки відтавання повітроохолоджувачів продовжується 20–30 хв, температура повітря в камері підвищується незначно (на 2–3°C), а температура поверхні м'яса практично не змінюється. За середньої температури повітря в камері 0°C та швидкості руху

повітря в районі стегової частини напівтуші 0,3–0,4 м/с тривалість охолодження напівтуші під час проведення проміжного відтавання зменшується на 20–25%.

Камери із системою повітряного душування

Камери охолодження м'яса можуть обладнуватися системою *безпосереднього повітряного душування охолоджуваних напівтуш*, а також *системою душування через міжшляхові повітроохолоджувачі* (рис. 2.12). У камері із системою безпосереднього повітряного душування знаходяться повітроохолоджувачі з вентиляторами і системами повітроводів, які розташовані над каркасом підвісних шляхів чи під ним.

Більш перспективним є розміщення повітроводів під каркасом підвісних шляхів. Відстань між осями сопел по довжині повітроводу 160 мм (6 шт. на 1 м повітроводу), а по ширині близько 450 мм. Перетин повітроводів зменшується східчасто (через кожні 4–5 м). Перетин каналів змінюється за рахунок висоти, у той час як ширина зберігається постійною. Температура повітря, охолодженого в повітроохолоджувачах -5 – -7°C, а швидкість його руху 8–10 м/с. Стегнові частини охолоджуваних напівтуш омиваються повітряними струменями, швидкість яких у зоні стегна складає 1,5–2 м/с.



Рис. 2.12. Розташування м'ясних туш під час повітряного душування

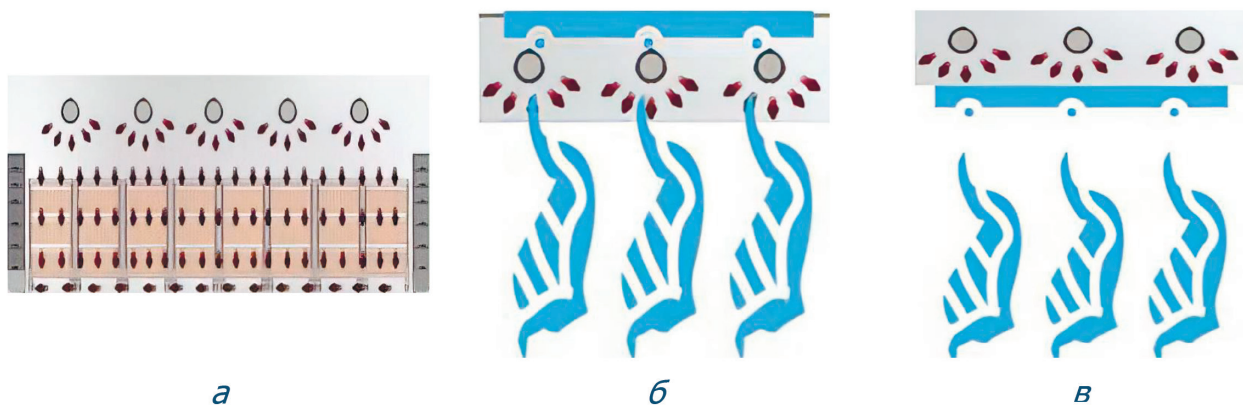


Рис. 2.13. Конструктивне оформлення схем повітряного душування:

- а – через повітроводи, розташовані над каркасом підвісних шляхів;
 б – через повітроводи, встановлені під каркасом підвісних шляхів;
 в – через міжшляхові повітроохолоджувачі*

За **безпосереднього повітряного душування** подача повітря у повітроводи може бути одно- і двоступінчастою. Одноступінчасту подачу застосовують, якщо кожен повітровід має повітроохолоджувач (рис. 2.14).



Рис. 2.14. Камера охолодження м'яса з системою повітряного душування

За двоступінчастої подачі охолоджене у центральному повітроохолоджувачі повітря вентиляторами направляється спочатку у верхню зону камери (рис. 2.15), а потім засмоктується індивідуальними вентиляторами душувальних повітроводів, що нагнітають його у повітроводи із соплами.

За двоступінчастої подачі повітря розподіляється рівномірно (порівняно з одноступінчастою) окремими нитками підвісних шляхів камери, енергетичні витрати на подолання опорів у повітроводах знижуються унаслідок відсутності розгалуженої мережі.



Рис. 2.15. Камера охолодження м'яса з системою повітряного душування з двоступінчастою подачею

Обладнання камери із системою **повітряного душування через міжшляхові повітроохолоджувачі** складається з повітроводів постійного чи перемінного перетину із соплами (у кількості 4–6 шт. на 1 м довжини душувального повітроводу), обладнаних індивідуальними вентиляторами, і міжшляхових повітроохолоджувачів, виконаних із гладких чи оребрених труб. Камера, обладнана міжшляховими повітроохолоджувачами з гладких труб зображено на рис. 2.16.

Вентилятори всмоктують тепле повітря з камери, а потім подають його через сопла повітроводів спочатку на охолоджувальні змішувачі повітроохолоджувачів, а потім на напівтуші м'яса. Швидкість руху повітря в зоні розташування стегових частин напівтуш трохи нижча, ніж за безпосереднього повітряного душування, і складає 1–1,5 м/с. Оскільки за наявності міжшляхових повітроохолоджувачів поряд із конвекцією має місце й радіальний

теплообмін, тривалість охолодження м'яса в камерах із системами безпосереднього душування й душування через міжшляхові повітроохолоджувачі приблизно однакова (14–16 год).



Рис. 2.16. Камера охолодження м'яса з міжшляховими повітроохолоджувачами з гладких труб:

1 – повітроводи з соплами; 2 – вентилятори з електродвигунами; 3 – батареї

Недоліки:

✓ складність конструкції міжшляхових повітроохолоджувачів і труднощі відведення талої води, що створюється під час відтавання снігової шуби.

Перевази:

- ✓ міжшляхові повітроохолоджувачі не займають корисну площу підлоги камери;
- ✓ за необхідності працюють як звичайні стельові батареї.



Рис. 2.17. Розміщення м'ясних туш у камері з модернізованим міжшляховим повітроохолоджувачем

Камера з модернізованим міжшляховим повітроохолоджувачем зображено на рис. 2.18. Повітроохолоджувач виконаний у вигляді дворядної секції, труби якої розташовані паралельно одна одній. Вентилятор розташовують над охолоджувальними секціями повітроохолоджувача. Повітря нагнітається через спеціальну щілину шириною 30 мм у повітроохолоджувач. Під охолоджувальними секціями встановлений піддон, що обігрівается, з розсікачем повітряного потоку, що направляє повітря до стегнових частин охолоджуваних напівтуш.

У камерах із модернізованими міжшляховими повітроохолоджувачами сумарна потужність електродвигунів вентиляторів у 1,3 раза менша, а кількість подаваного повітря в 1,7 раза більша, ніж у камерах старої конструкції. Це пояснюється тим, що в камері з модернізованим повітроохолоджувачем повітря проходить найкоротший шлях від напівтуші м'яса до вентиляторів і назад, тоді як у камерах старої конструкції він рухається повітроводом.



Рис. 2.18. Камера охолодження м'яса з системою повітряного душування

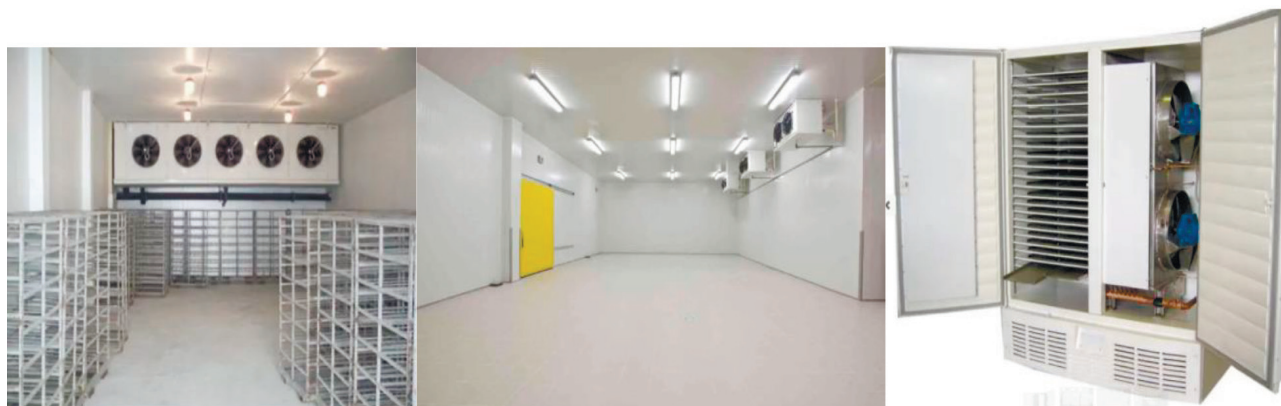


Рис. 2.19. Камера охолодження з примусовим рухом

Камери з міжрядними радіальними батареями

Характерною рисою обладнання камер охолодження м'яса (рис. 2.19), у яких використовуються радіальний тепловий потік, є наявність міжрядних радіальних батарей плавникового чи панельного типу. Такі батареї звичайно виконані у вигляді пластин, що встановлюють за всією висотою охолоджуваних напівтуш між підвісними шляхами чи тільки в зоні розташування стегових частин.

Для інтенсифікації процесу охолодження м'яса застосовують комбіновану систему (повітряно-радіальну), де прискорення холодильної обробки досягається як посиленням конвективного теплового потоку, так і використанням радіального теплового потоку.

Будова камери з міжрядними радіальними батареями плавникового типу й повітроохолоджувачами подано на рис. 2.20а. Між рядами підвісних шляхів у верхній зоні камери (ємністю 50 т) розташовані міжрядні

радіальні батареї висотою 1400 мм із сумарною теплопередаючою площею поверхні 1200 м². У верхній частині камери встановлені повітроохолоджувачі, виготовлені з оребрених труб. Кожен повітроохолоджувач обслуговується вентилятором продуктивністю 5,55 м³/с. Повітря, засмоктуване з камери, направляється в охолоджувальні секції повітроохолоджувачів, а потім під підшивку удаваної стелі. Виходячи із сопел, холодне повітря обдуває стегову частину напівтуші зі швидкістю 1,6–1,8 м/с. За середньої температури повітря мінус 3,5°C тривалість охолодження м'яса складає 13–14 год. Перепад температур за висотою камери не перевищує 0,4–0,5°C.

У камері з *комбінованою системою* вирішена проблема рівномірного охолодження напівтуші м'яса: тривалість охолодження стегна й лопатки відрізняється незначно (на 2–3 год). Усушка м'яса складає 1,05–1,1%, що приблизно на 20–25% менше, ніж у камерах із повітряною системою охолодження.

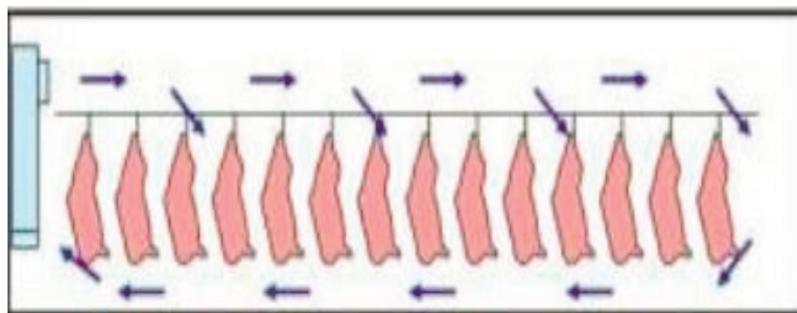
Недоліки:

- ✓грозмізкість і металоємність міжрядних радіальних батарей;
- ✓складність їхнього відтавання й відведення талої води.

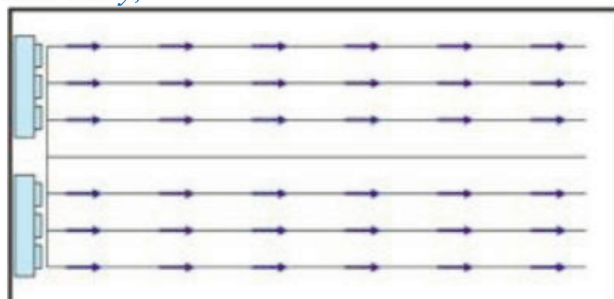
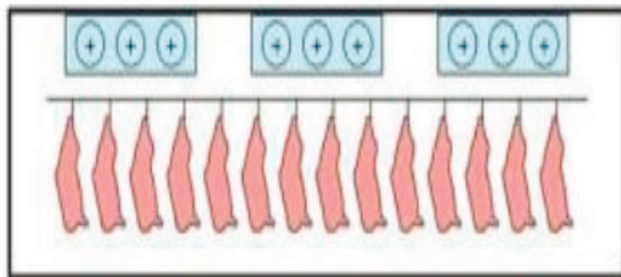
Камера охолодження м'яса з міжрядними радіальними батареями панельного типу зображено на рис. 2.21б. Батареї панельного типу компактні, добре вписуються в камеру, навіть за відстані між нитками підвісних шляхів 800 мм із них просто віддаляється снігова шуба. Секції батарей панельного типу можна встановлювати в один чи в два ряди за висотою камери. Із батарей панельного типу талу воду збирають у піддони. Із них вода дренується через зливальні стояки, що обігріваються.

Конструкції камер із міжрядними радіальними батареями і напільними повітроохолоджувачами застосовують для камер ємністю 30–50 т. У невеликих камерах охолодження м'яса (ємність 10–20 т) одноповерхових холодильників застосовують підвісні повітроохолоджувачі з міжрядними радіальними батареями. Обладнання такої камери (рис. 2.21) компактне, має малу металоємність, режим роботи просто автоматизується й програмується.

У камері м'ясо можна охолоджувати в режимі двостадійного охолодження. На першій стадії (досягнення кріоскопічної температури мінус 1°C поверхні напівтуш) працюють як міжрядні радіальні батареї, так і підвісні повітроохолоджувачі, а на другій стадії (доохолодження й вирівнювання температури в м'ясі) – тільки міжрядні радіальні батареї.



а – плавникового типу;



б – панельного типу

Рис. 2.20. Камера охолодження м'яса з міжрядними радіальними батареями

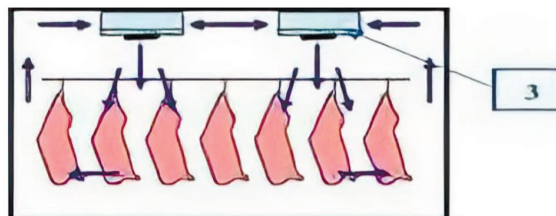
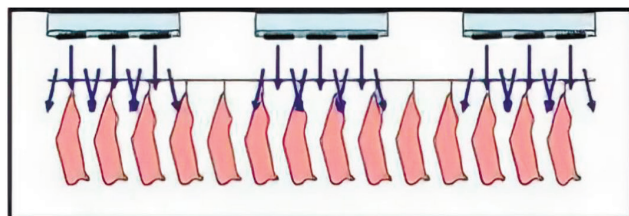


Рис. 2.21. Камера охолодження м'яса з підвісними повітроохолоджувачами та міжрядними радіальними батареями:

1 – балка підвісного шляху; 2 – міжрядна радіальна батарея;

3 – підвісний повітроохолоджувач



Рис. 2.22. Камера охолодження м'яса з підвісними повітроохолоджувачами

За середньої температури повітря за цикл охолодження мінус 5°C та швидкості його руху в зоні стегна напівтуші 0,7 м/с тривалість холодильної обробки м'яса складає 10–12 год, а усушка м'яса не перевищує 1,1%.

Камери з детандерами

Принципову схему камери охолодження м'яса з детандером зображено на рис. 2.23. Обладнання камери складається з вентилятора високого тиску (чи компресора), теплообмінника, детандера й повітроводів із соплами.

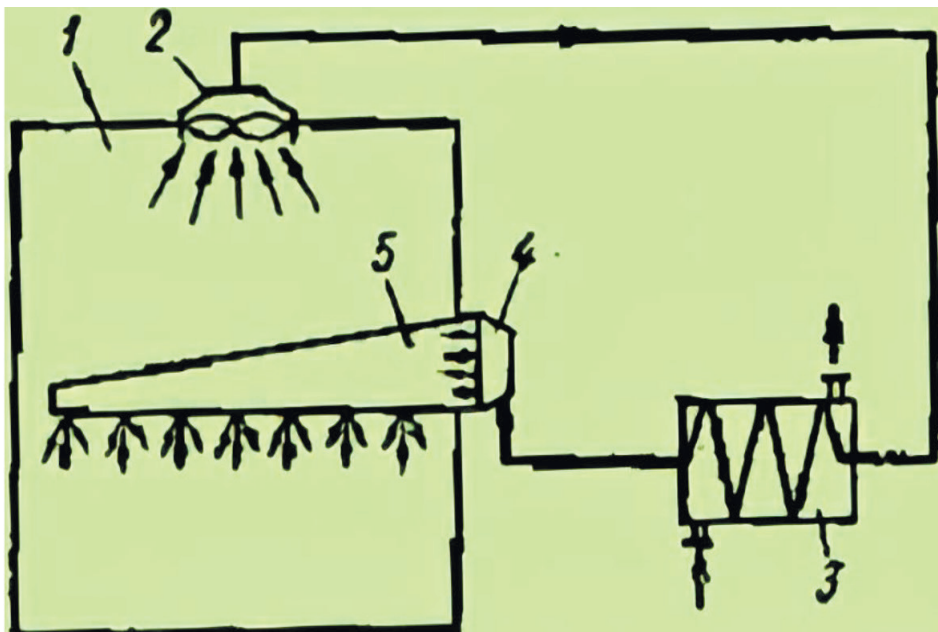


Рис. 2.23. Схема камери охолодження м'яса з детандером:

1 – камера; 2 – вентилятор високого тиску; 3 – теплообмінник;
4 – детандер; 5 – повітровід із соплами

Повітря з камери засмоктується вентилятором високого тиску та стискується. Стиснене повітря, проходячи через теплообмінник, надходить у детандер. Під час розширення повітря в детандері відбувається його охолодження й перенасичення вологою. Ступінь насичення й температуру повітря, що надходить у камеру, можна змінювати кількістю води, що направляється в теплообмінник, а також кількістю повітря, яке подається до детандера.

Холодне та перенасичене вологою повітря, виходячи через сопла зі швидкістю близько 30 м/с, змішується з повітрям камери, утворюючи туман. Крапельки води під час зіткнення з теплою площею поверхні м'яса випаровуються, інтенсифікуючи процес холодильної камери.

Недоліки:

- ✓ висока вартість обладнання;
- ✓ значні експлуатаційні витрати, пов'язані з підвищеною витратою електроенергії.

Переваги:

- ✓ якість м'яса, охолодженого в камері з детандером, гарна, величина усушки на 0,55–0,6% менша, а процес охолодження на 6–8 год швидше, ніж процес охолодження в камері з повітроохолоджувачами.

2.1.3. Порівняльні показники камер охолодження м'яса

Камери охолодження м'яса характеризуються абсолютними й питомими показниками (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Порівняльні показники камер охолодження м'яса

Показники	Камери		
	із сухими підвісними повітроохо- лоджувачами	із системою повітряного душування	із повітряно- радіальною системою
1	2	3	4
Площа підлоги, м ²	86,4	144	260
Ємність камери (за безперервної роботи), т	20	26	50
Тривалість охолодження, год	20	12	12
Площа поверхні охолодження, м ²	450	790	164
– повітроохолоджувачів	450	790	400
– міжрядних радіальних батарей	–	–	1240
Потужність електродвигунів			
вентиляторів, кВт	5,5	10,2	8,7
Кратність циркуляції	100	65	85
Усушка, %	1,5	1,38	1,05
Питомі витрати металу, т на 1 т на добу виробленого м'яса	0,12	0,14	0,156
Знімання м'яса з 1 м ² площі підлоги, т на добу	0,23	0,38	0,38
Питомі витрати електроенергії на привод вен- тиляторів повітроохолоджувачів, Вт·год на 1 т на добу виробленого м'яса	5,5	4,7	2,1
Оснащеність приладами охолодження, м ² на 1 м ² площі підлоги	5,2	5,5	6,3
Питомий теплопроплив від охолодження м'яса з урахуванням теплопропливу через огорожен- ня та від електродвигунів вентиляторів, МДж на 1 т виробленого м'яса	148	138	130



До абсолютних показників відносять:

- площу підлоги;
- ємність камери;
- тривалість охолодження, площу поверхні охолоджувальних приладів



До питомих показників відносять:

- питомі витрати металу на 1 т охолоджуваного м'яса;
- знімання охолодженого м'яса з 1 м² будівельної площі камери;
- питому витрату електроенергії на привід вентиляторів повітроохолоджувачів;
- оснащеність камери приладами охолодження;
- питомі експлуатаційні витрати

До найважливіших показників, що характеризують конструктивну досконалість камер, відносять питомі витрати металу на 1 т охолоджуваного м'яса. Найефективнішими є камери охолодження м'яса із сухими підвісними повітроохолоджувачами. Знімання охолодженого м'яса з 1 м² будівельної площі камер характеризує інтенсивність роботи охолоджувального пристрою. Очевидно, що величина знімання зростає за скорочення тривалості холодильної обробки. Якщо порівняти системи за величиною питомих витрат електроенергії на привід вентиляторів повітроохолоджувачів, то найбільш енергоємною є камера із сухими підвісними повітроохолоджувачами. У цих камерах підвищена швидкість руху повітря вимагає подачі значної кількості холодного повітря й підвищеної витрати електроенергії. У камерах із системою повітряного душування внаслідок раціонального обдуву напівтуш значно зменшується кількість холодного повітря, яке подається в камеру. Проте витрата електроенергії на привід вентиля-

торів підвищується через необхідність створення підвищеного статичного напору перед соплами. У камерах із повітряно-радіальною системою питома витрата електроенергії на привід вентиляторів мінімальна.

Оснащеність камер охолоджувальними приладами залежить від теплового навантаження на холодильне обладнання й ефективності його роботи. Оснащеності камер усіх типів подібні.

Розрахунки експлуатаційних витрат на охолодження 1 т м'яса в камерах із сухими підвісними повітроохолоджувачами, із системою повітряного душування і з міжрядними радіальними батареями показують, що 80–90% усіх витрат складає вартість усушки м'яса за холодильної обробки. Тому за порівняно однакових витрат по інших статтях (амортизаційні витрати, поточний ремонт, електроенергія та холод) визначальною буде вартість усушки м'яса. Оскільки мінімальна усушка в камерах із повітряно-радіальною системою є найекономічнішою.

2.1.4. Основи розрахунку охолодження харчових продуктів

Охолодження харчових продуктів, що є процесом зниження їх температури до криоскопічної або близької до неї, здійснюється в основному повітрям і рідкими середовищами, а також льодом і снігом.

Під час визначення тривалості охолодження можна скористатися закономірностями регулярного теплового режиму. Ці закономірності враховують охолодження тієї його стадії, де впливом початкових умов у розвитку процесу можна знехтувати. Якщо вважати, що температура тіла, що охолоджується, не залежить від координати (беручи до уваги середньооб'ємну температуру), то тривалість охолодження можна отримати з закону охолодження Ньютона.

$\tau = \frac{1}{m_{\text{охол.}}} \cdot \ln \cdot \frac{t_{\text{нав}} - t_{\text{сер}}}{t - t_{\text{сер}}} \quad (2.1)$	
де	τ – тривалість охолодження, с; $m_{\text{охол.}}$ – темп охолодження, 1/с; $t_{\text{нав.}}$ – початкова і поточна середньооб'ємна температура продукту, °C; $t_{\text{сер}}$ – температура охолоджуючого середовища, °C.

Темп охолодження залежить від форми, розмірів і теплофізичних характеристик продукту, що охолоджується, а також від коефіцієнта тепловіддачі, що визначається дослідним шляхом або розраховується за емпіричними формулами.

Для м'ясних напівтуш, що охолоджуються в повітряному середовищі, темп охолодження знаходять за формулою:

$m_{\text{охол.}} = A_m \cdot \frac{a_m}{\delta_m^2} \cdot \left(\frac{Bi}{Bi+1} \right) \quad (2.2)$	
де	A_m – емпіричний множник ($A_m = 18,35$ для яловичини; $A_m = 17,18$ для свинини); a_m – температуропровідність м'яса, м²/с; δ_m – товщина стегнової частини напівтуші, м; Bi – число Біо.

$Bi = \frac{a_m \cdot \delta_m}{2 \cdot \lambda_m} \quad (2.3)$	
де	A_m – наведений коефіцієнт тепловіддачі від поверхні продукту до охолоджуючого середовища, Вт/(м²·K); λ_m – коефіцієнт теплопровідності м'яса, Вт/(м·K).

2.2. Обладнання для охолодження риби



Рис. 2.24. Камера охолодження риби

Існуючі пристрої (рибоохолоджувачі), призначені для охолодження риби на судах, відрізняються великою розмаїтістю. Сукупність машин, апаратів і трубопроводів називається *системою попереднього охолодження*.

Залежно від способу охолодження риби (льодом, водою, льодоводяною сумішшю, а також у вакуумі) застосовують баки й ванни, устаткування для охолодження риби водою і льодоводяною сумішшю, суднові вакуумні рибоохолоджувачі.

Баки і ванни

Під час охолодження риби льодом використовують баки, ванни чи брезентові чани місткістю 2–5 м³. У них рибу пересипають дрібно подрібненим чи лускоподібним льодом, виготовленим у льодогенераторі з прісної чи морської води.

Іноді як ємність використовують трюми судна. Риба, шарами пересипана дрібно подрібненим льодом, охолоджується і зберігається в трюмі за температури 0 – -4°C.

2.2.1. Обладнання для охолодження риби водою або льодоводяною сумішшю

Обладнання, призначене для охолодження риби шляхом занурення її у воду чи в льодо-водяну суміш, часто застосовують на судах.

Обладнання систем попереднього охолодження риби судна складається з трубчастого рибоохолоджувача, випарника, циркуляційного насоса для перекачування холодоносія та водяного насоса (рис. 2.25).

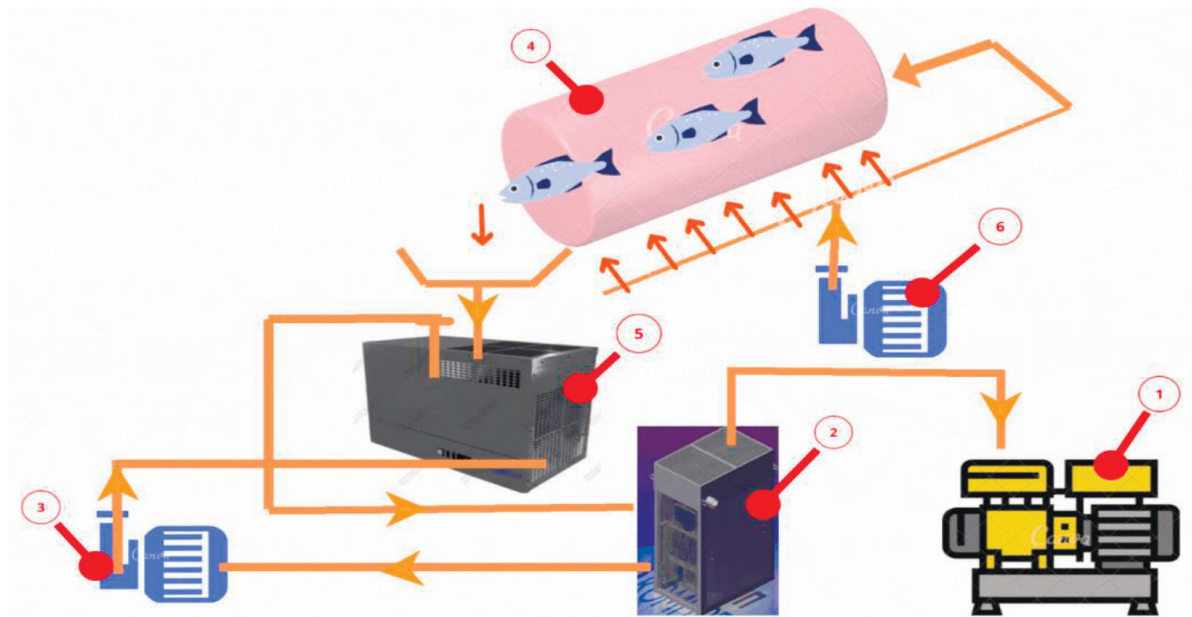


Рис. 2.25. Система попереднього охолодження риби з трубчастим рибоохолоджувачем:
 1 – компресор; 2 – випарник; 3 – циркуляційний насос; 4 – трубчастий рибоохолоджувач;
 5 – водоохолоджувач; 6 – водяний насос

За допомогою лотка дрібну рибу направляють у трубчастий рибоохолоджувач, виконаний із труби діаметром 362×2,5 мм із гідравлічним завихрювачем (рис. 2.26), через який вода подається в трубчастий рибоохолоджувач.

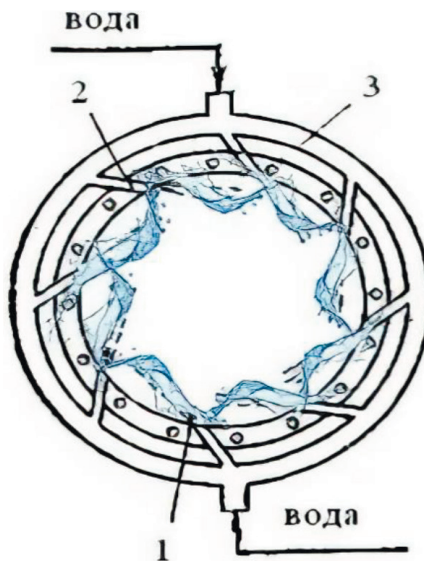


Рис. 2.26. Гідравлічний завихрювач:
 1 – трубопровід рибної пульпи; 2 – тангенціальні отвори; 3 – кільцева камера

Вода додає рибоводяній суміші обертальний рух. Риба, просуваючись у трубі інтенсивно, перемішуючись з холодною водою, температура якої мінус 2°C, за 5–6 хвилин охолоджується до 1–2°C. Трубчастий рибоохолоджувач із системою обслуговуючих трубопроводів розміщують під палубою.

Недоліки:

- ✓ необхідність переміщення великої кількості води (співвідношення води й риби 10:1);
- ✓ зростання витрати електроенергії на привід водяних насосів.

Переваги:

- ✓ швидке охолодження улову.

Система попереднього охолодження риби з рибоохолоджувачами, виконаними у вигляді цистерн, зображено на рис. 2.28. До складу системи входять дві цистерни (місткість по 4,5 м³), фільтри грубого й тонкого очищення води, водоохолоджувач, циркуляційні насоси, солеконцентратор і водонагрівач.

Велику рибу (тріска, морський окунь) направляють у цистерни, де холодна морська вода циркулює зі швидкістю 0,2–0,4 м/с. Нахил днищ цистерн 23° у напрямку до розвантажувальних люків. Після охолодження риби воду спускають у водоохолоджувач обсягом 6,2 м³ з охолоджувальними змійовиками. Там вода циркулює за допомогою двох насосів продуктивністю 22 м³/год. Селекконцентратор і водопідігрівач забортної води необхідні для підвищення концентрації солі в морській воді. Тривалість охолодження риби складає 45 хв; продуктивність системи 1,5–2 т/год. Після охолодження риби її укладають у ящики й поміщають у трюми чи у твіндеки, температура повітря в яких 0°C.

Недоліки:

- ✓ складна експлуатація (фільтри швидко засмічуються і їх необхідно чистити чи замінювати);
- ✓ підвищена витрата електроенергії;
- ✓ відсутність засобів механізації вивантаження охолодженої риби.



Рис. 2.27. Охолодження риби з рибоохолоджувачем, виконаним у вигляді цистерн

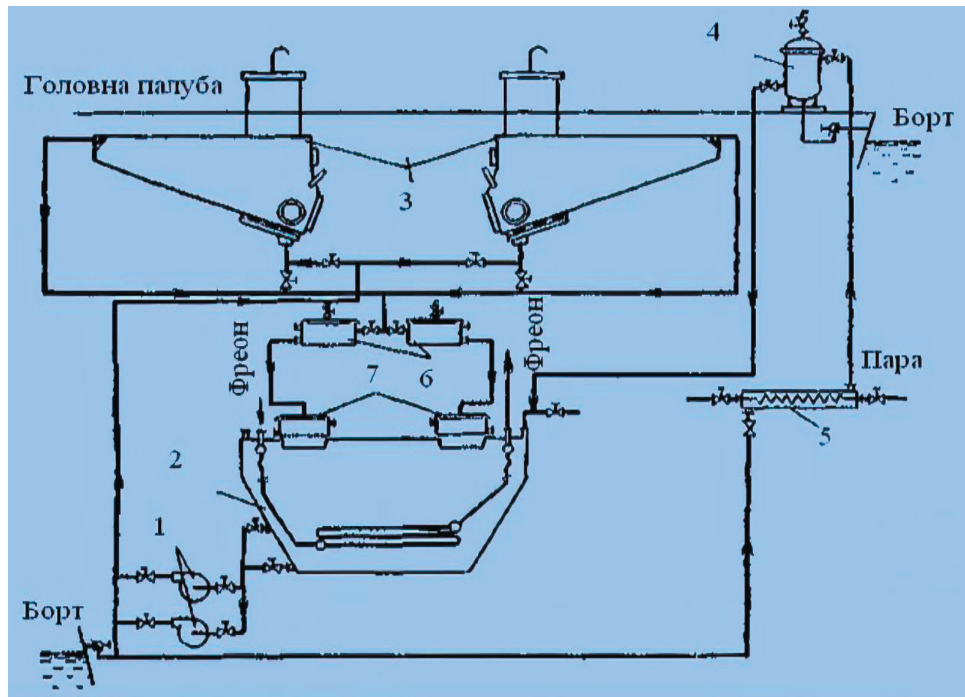


Рис. 2.28. Система попереднього охолодження риби з рибоохолоджувачем, виконаним у вигляді цистерн:

- 1 – циркуляційні насоси; 2 – водоохолоджувач; 3 – цистерни для охолодження риби;
4 – солеконцентратор; 5 – водонагрівач; 6 – фільтри грубого очищення;
7 – фільтри тонкого очищення

2.2.2. Конвеєрна система охолодження риби в холодній морській воді

Конвеєрна система охолодження риби в холодній морській воді (рис. 2.29) складається з пластинчастого конвеєра, циркуляційного насоса, водоохолоджувача й водяних трубопроводів.

Риба попадає на пластинчастий конвеєр, що проходить через закритий бункер, заповнений охолодженою морською водою. Зміна швидкості руху конвеєра дозволяє охолоджувати рибу різних розмірів: від оселедця, тривалість охолодження якого складає 5–7 хвилин, до тріски, тривалість охолодження якої 30–40 хв. Морська вода в системі циркулює по замкнутому кільцю: закритий бункер – водоохолоджувач – закритий бункер. Після охолодження риби її направляють на заморожування чи на технологічну переробку.

Переваги:

✓ ефективність і проста в експлуатації.

Поряд із системами попереднього охолодження риби зануренням знаходять застосування і системи зі зрошенням рідкими холодоносіями чи холодною морською водою.

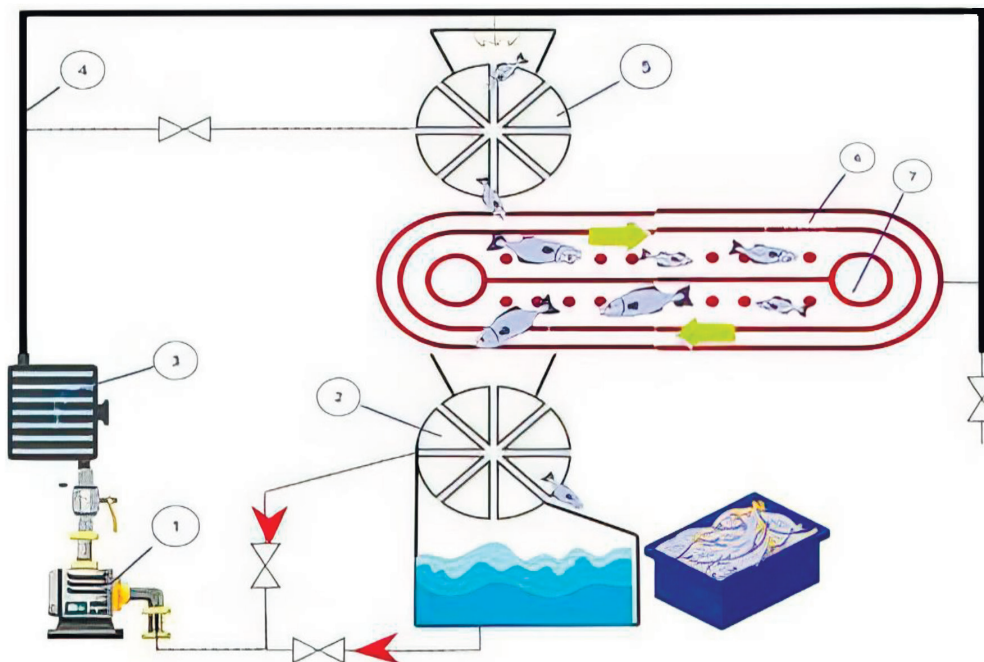


Рис. 2.29. Конвеєрна система охолодження риби в холодній морській воді:

1 – циркуляційний насос; 2 – розвантажувальний золотник; 3 – водоохолоджувач; 4 – водяні трубопроводи; 5 – завантажувальний золотник; 6 – пластинчатий конвеєр; 7 – закритий бункер

На невеликих промислових суднах обладнання систем попереднього охолодження риби (рис. 2.31) складається з генератора холоду, циркуляційного насоса, зрошувальних трубопроводів, фільтра, рибонасоса і відділювача води. Система призначена для охолодження та збереження охолодженої риби.

Риба, що підлягає охолодженню, із трала разом із морською водою видаляється рибонасосом. У відділювачі води риба відділяється від морської води. Похилим лотком рибу зсипають у трюм на ґратчастий настил. У нижній частині трюму знаходиться шар льоду.

Запас льоду залежить від маси охолоджуваної риби та тривалості її перевезення. Воду охолоджують льодом у генераторі. Холодну морську воду за допомогою циркуляційного насоса направляють до зрошувальних трубопроводів.



Рис. 2.30. Конвеєрна система охолодження риби

Надлишок води, що створюється в результаті танення льоду, за необхідності можна скинути за борт. Охолодження риби відбувається зрошенням її очищеною холодною водою, подаваною в трюм через зрошувальні трубопроводи.

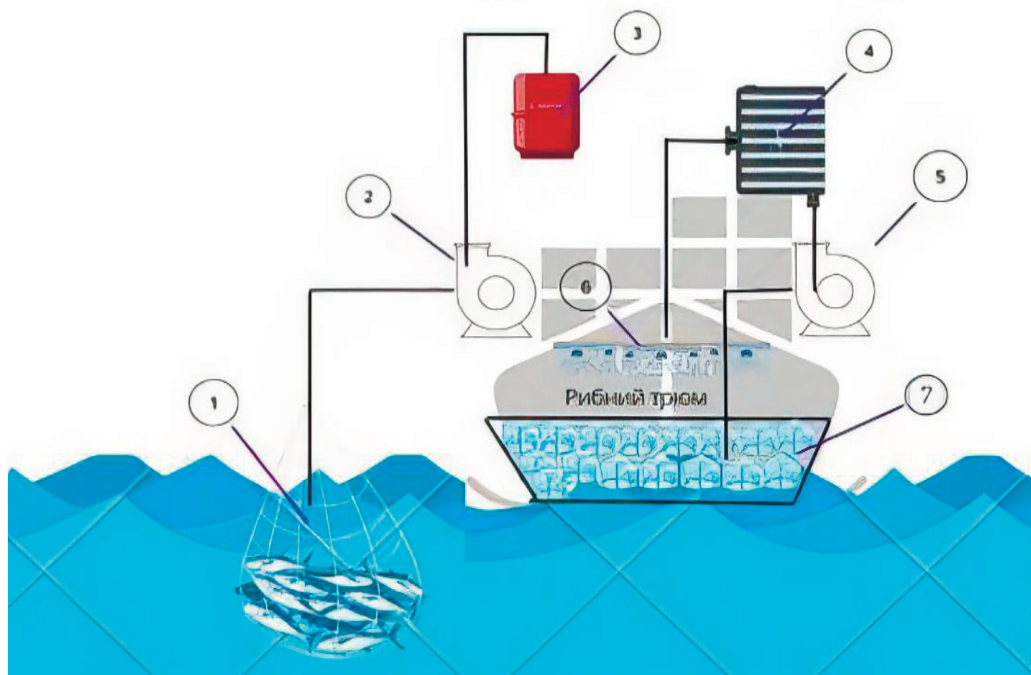


Рис. 2.31. Система попереднього охолодження риби зрошенням для невеликих промислових суден:

1 – сітка (трал); 2 – рибонасос; 3 – водовідділювач; 4 – фільтр;
5 – циркуляційний насос; 6 – зрошувальні трубопроводи; 7 – генератор холоду

Недоліки:

- ✓ нераціональне використання ємності трюму;
- ✓ необхідність запасу значної кількості водяного льоду;
- ✓ можливість бактеріального зараження риби;
- ✓ корозія металевих конструкцій трюму.

Переваги:

- ✓ простота і мала металоємність;
- ✓ невеликі енергетичні витрати.

2.2.3. Обладнання системи охолодження риби транспортного судна

Обладнання системи охолодження риби транспортного судна складається з випарника, батарей для охолодження води, зрошувальних трубопроводів, фільтра, циркуляційного насоса та насоса холодоносія (рис. 2.32). Рибу, покладену шарами товщиною до 700 мм, зрошують холодною морською водою, що циркуляційним насосом подається в зрошувальні трубопроводи. Зрошення риби водою, температура якої мінус 2°C, продовжується до моменту її доставки до місця призначення. Вода в трюмі охолоджується батареями, у які подається холодоносій із випарника холодильної установки.

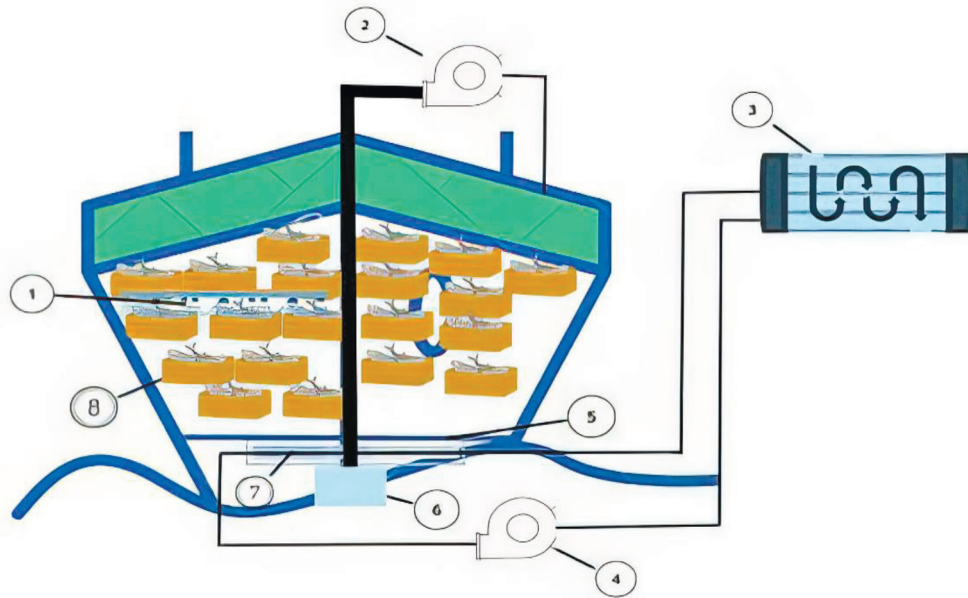


Рис. 2.32. Система попереднього охолодження зрошенням для транспортного судна:

1 – зрошувальні трубопроводи; 2 – циркуляційний насос; 3 – випарник; 4 – насос холодоносія;
5 – фільтр; 6 – приймальний колодязь; 7 – батареї для охолодження води; 8 – ящики з рибою

Недоліки:

- ✓ тривалість процесу охолодження, підвищені витрати електроенергії й металу;
- ✓ сильна корозія металевих конструкцій трюму.

Переваги:

- ✓ у системі відсутні ємності для охолодження і збереження риби, що робить більш раціональним використання обсягу трюму;
- ✓ застосування холодильної установки дозволяє стабільно підтримувати необхідну температуру води протягом усього рейсу судна.

На судах поширюється застосування системи попереднього охолодження, у яких риба переміщується сітчастими чи кроковими транспортерами та зрошується холодною морською водою. Такі системи застосовують тільки для охолодження риби.

2.2.4. Система попереднього охолодження риби зрошенням на сітчастому транспорттері

Система попереднього охолодження риби зрошенням на сітчастому транспорттері (рис. 2.33а) складається із сітчастого транспорттера, зрошувальних трубопроводів, випарника та циркуляційного насоса. Через завантажувальний бункер риба, що знаходиться в пересувних лотках, попадає на верхній ярус сітчастого транспорттера та рухається зверху вниз. Холодоносій, охолоджений у випарнику, насосом подається в зрошувальні трубопроводи. Утеплений холодоносій збирається в піддоні, з якого потім направляється у випарник для охолодження. Охолоджена риба направляється на заморожування чи на промислову переробку.

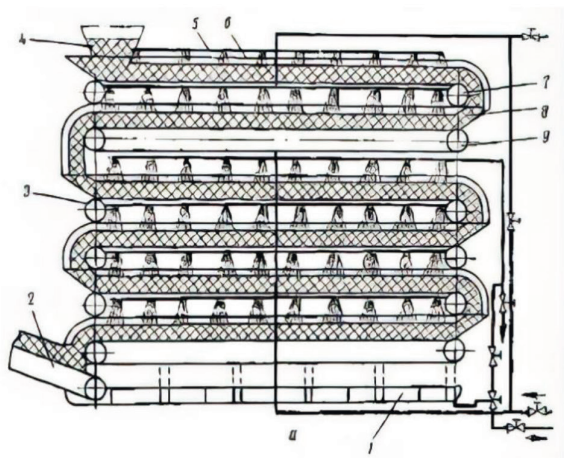


Рис. 2.33. Система попереднього охолодження риби на транспорттері:
*а – на сітчастому: 1 – піддон; 2 – транспортер вивантаження охолодженої риби;
3, 7, 9 – сітчасті транспорттери; 4 – завантажувальний бункер;
5 – зрошуючі трубопроводи; 6, 8 – перепускні лотки;
б – на кроковому: 1 – зрошуючі трубопроводи; 2 – кроковий транспортер*

Система попереднього охолодження риби зрошенням на кроковому транспорттері (рис. 2.33б) складається зі зрошувальних трубопроводів, фільтра та циркуляційного насоса.

Через завантажувальний люк рибу після сортування подають на полотнину верхнього ярусу крокового транспорттера. Шість ярусів крокового транспорттера розташовані один над іншим. Кожен ярус зміщений щодо ярусу, розташованого нижче. Ярус крокового транспорттера виконаний із нерухомої і рухомої рам. Нерухома рама – це зварена конструкція, виконана з труб прямокутного перетину. Рухливі рами приводяться в рух щодо нерухомих трьох електродвигунів з редукторами через систему кривошипно-шатунних механізмів. Переміщаючись послідовно з ярусу на ярус, риба проходить через усю систему. Риба охолоджується як за рахунок її зрошення холодною водою, так і за рахунок передачі частини тепла охолоджувальній площі поверхні самого крокового транспорттера. Для цього в труби крокового транспорттера подається холодна вода.



Рис. 2.34. Система транспортування риби

Зрошення риби холодною водою проводиться на парних ярусах (другому, четвертому та шостому); причому шостий ярус має індивідуальну систему зрошення. У трубопроводах непарних ярусів циркулює холодна вода. Отоплена вода збирається в піддоні, з якого направляється на охолодження. Значна ємність крокового транспортера (близько 12 т) дозволяє використовувати цю систему і як акумулятор-нагромаджувач риби. Тривалість процесу охолодження риби в системах зі зрошенням і її переміщенням транспортерами складає близько 2 год.

Переваги:

✓ *високий ступінь механізації та автоматизації технологічного процесу охолодження.*

Економічність і ефективність систем попереднього охолодження риби зрошенням багато в чому залежать від роботи водоохолоджувачів. Кратність циркуляції води у них складає 20–25 об'єктів за 1 годину, а швидкість її руху не перевищує 0,2–0,3 м/с, наслідком чого є малий питомий тепловий потік з 1 м² охолоджувальної площі поверхні батарей. Збільшення питомого теплового потоку зниженням температури кипіння холодильного агента чи холодоносія нижче мінус 8°C нерациональне, тому що охолоджувальні батареї починають обмерзати льодом, у результаті чого різко знижується ефективність теплообміну. Підвищення інтенсивності теплообміну внаслідок збільшення швидкості руху води в баку призводить до різкого зростання витрати електроенергії на привід циркуляційних насосів і вартості охолодження риби.

Економічність охолодження риби поліпшується за умови використання систем попереднього охолодження риби з лопатевими механічними турбулізаторами (рис. 2.35).

Лопатевий механічний турбулізатор, призначений для створення підвищеної швидкості руху води в системі.

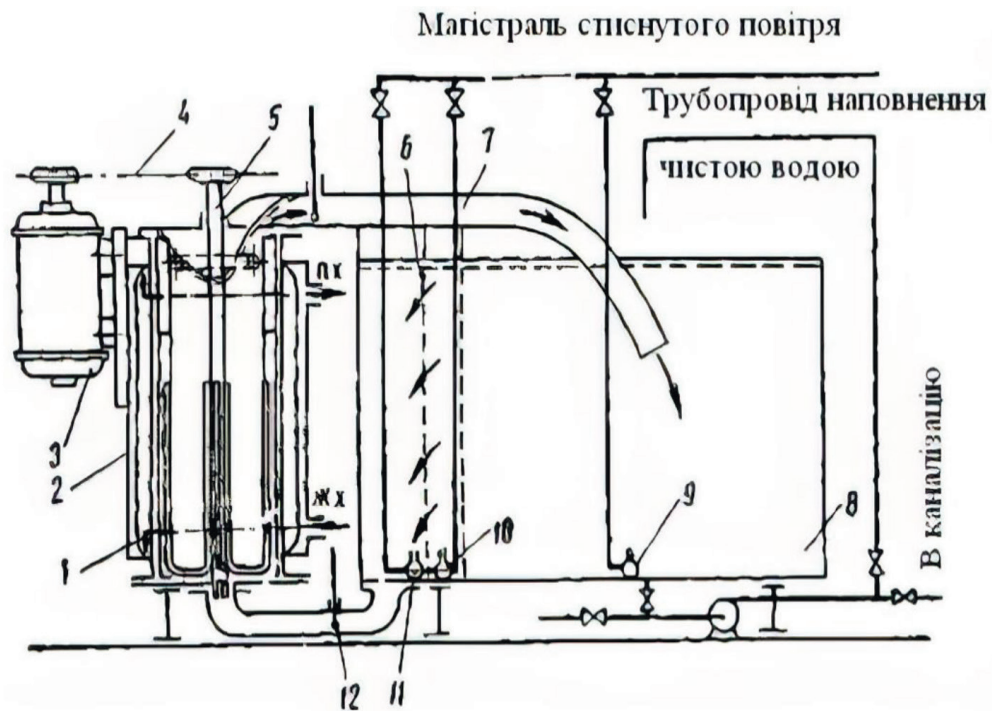


Рис. 2.35. Система попереднього охолодження риби з лопатним механічним турбулізатором:

- 1 – лопаті турбулізатора; 2 – оболонка циліндричного водоохолоджувача;
 3 – електродвигун; 4 – ланцюгова передача; 5 – вал турбулізатора;
 6 – сітчастий фільтр; 7 – нагнітальний трубопровід; 8 – бункер;
 9, 10, 11 – повітряні барботери; 12 – датчик лагоміра

Електродвигун надає руху валу із турбулізатором. У кільцевій сорочці циліндричного водоохолоджувача кипить аміак, охолоджуючи воду. Під впливом обертального вихрового руху води її рівень біля стінок водоохолоджувача підвищується, а біля осей турбулізатора утворюється воронка. Нагнітальним трубопроводом вода переливається з водоохолоджувача в бункер.

2.3. Обладнання для охолодження плодів і овочів

На сьогодні плоди й овочі охолоджують у камерах з інтенсивним рухом повітря; в ізотермічних вагонах, автомобілях і вагонах-холодильниках; у вакуумних камерах; в установках для охолодження плодів і овочів водою та льодом.

2.3.1. Обладнання камер із інтенсивним рухом повітря

Обладнання камер охолодження фруктів із інтенсивним рухом повітря складається зі стельових повітроохолоджувачів і одноканальної системи розподілу повітря (рис. 2.36), що забезпечує швидкість руху повітря у вантажному обсязі камери 0,8–1 м/с.



Рис. 2.36. Камера охолодження фруктів із інтенсивним рухом повітря:
1 – компресорно-конденсаторний агрегат; 2 – стелевий повітроохолоджувач із повітроводом



Система інтенсивного повітряного охолодження для камери інтенсивного охолодження лохини



Комплекс для інтенсивного охолодження, зберігання та сортування ягід

Повітроохолоджувачі обладнані автоматичними пристроями для видалення інею з площі поверхні охолоджувальних батарей. Якщо застосовується децентралізована система охолодження, то камера обладнується індивідуальними, звичайно фресковими, компресорно-конденсаторними агрегатами.

Примусове повітряне охолодження ягід здійснюється за рахунок збільшення потоку повітря, яке обдуває продукцію. Це досягається за допомогою додаткових вентиляторів, які розміщені в холодильних камерах. Ящики з ягодами також мають бути розміщені певним чином, щоб холодне повітря проходило через продукцію. У такий спосіб можна охолоджувати будь-які ягоди – малину, полуницю, лохину, смородину, вишню, черешню.

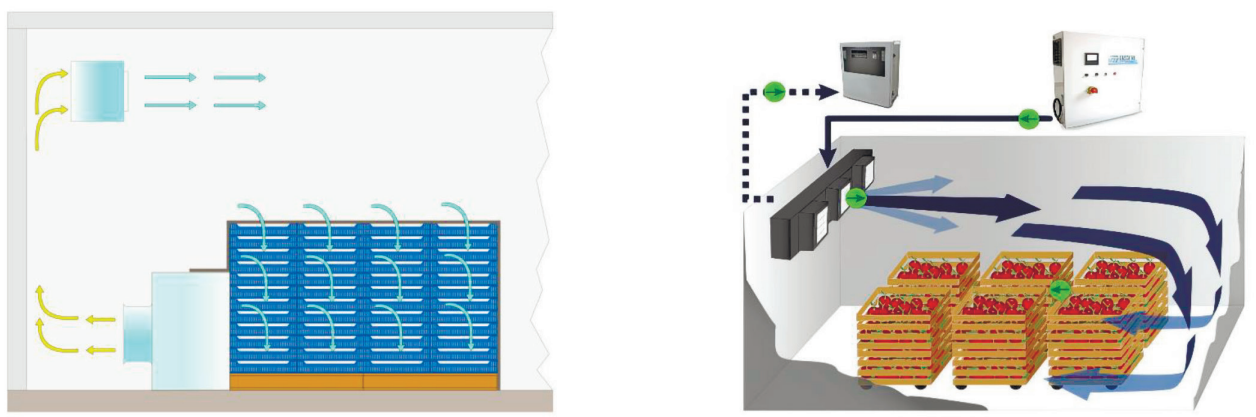
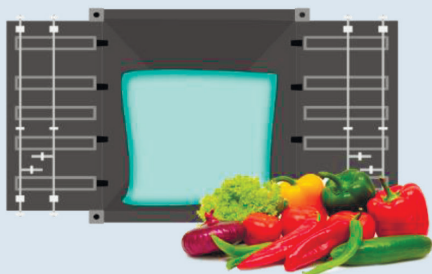


Рис. 2.37. Примусове повітряне охолодження ягід

ПРИМУСОВЕ ПОВІТРЯНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ

Холодне повітря втягується та пропускається через ящики з овочами, покриті полотном



Переваги

- ✓ Чисто і просто
- ✓ Швидкий
- ✓ Висока тепловіддача
- ✓ Низька вартість установки та обслуговування

Недоліки

- ✓ Повільніше порівняно з вакуумним охолодженням

Рис. 2.38. Усі листові, фруктові та коренеплоди

Знаходять застосування і камери з повітряно-льодяним охолодженням. У таких камерах відсутні повітроохолоджувачі та холодильні машини, а як джерело охолодження використовують генератор холоду. Обладнання камери складається з генератора холоду й вентиляторів, що забезпечують рух повітря в камері (рис. 2.39). Охолоджене в генераторі холоду повітря вентиляторами направляється в камеру, де охолоджує ящики з фруктами, покладеними в штабель.

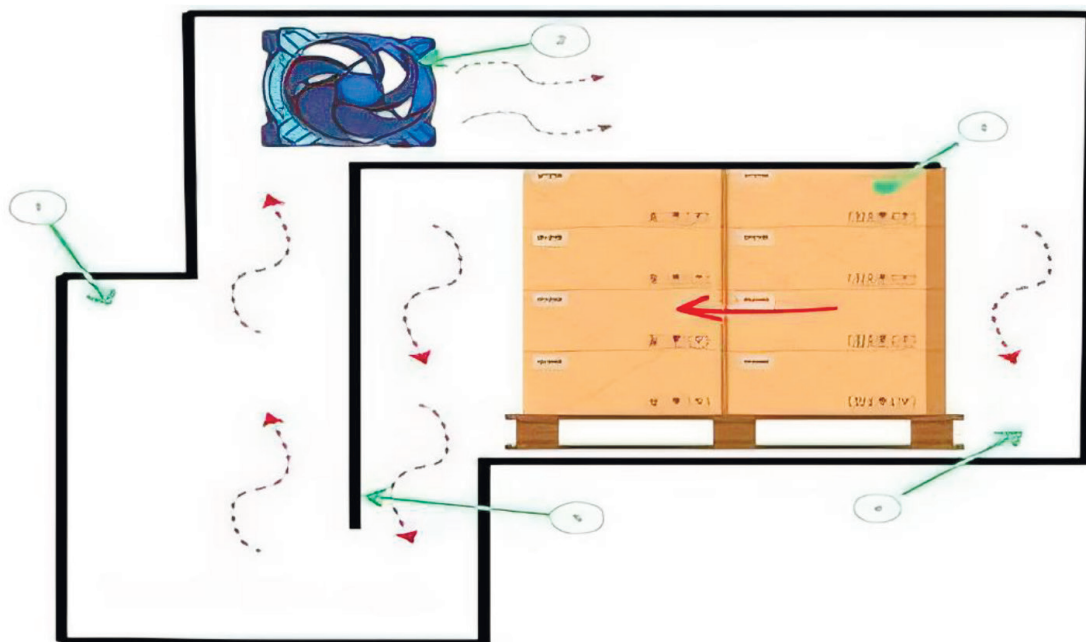


Рис. 2.39. Камера з повітряно-льодовим охолодженням фруктів:
1 – генератор холоду; 2 – вентилятор; 3 – штабель; 4 – камера; 5 – перегородка

Недоліки:

- ✓ значна площа генератора холоду;
- ✓ складність механізації завантаження льоду та висока вартість експлуатації.

Переваги:

- ✓ простота;
- ✓ невелика усушка внаслідок високої відносної вологості повітря в камері;
- ✓ малі енергетичні витрати.

2.3.2. Обладнання для охолодження фруктів в ізотермічних вагонах, автомобілях із ізотермічними кузовами та вагонах-холодильниках

В ізотермічних вагонах плоди й овочі охолоджують у потоці холодного повітря, яке подається від стаціонарних холодильних агрегатів, що знаходяться поза вагоном, чи від вентиляторних установок усередині вагонів-холодильників.

Стаціонарний холодильний агрегат для охолодження плодів і овочів у вагонах складається з вентиляторів, повітроохолоджувача, системи каналів із шиберами і сполучними рукавами.

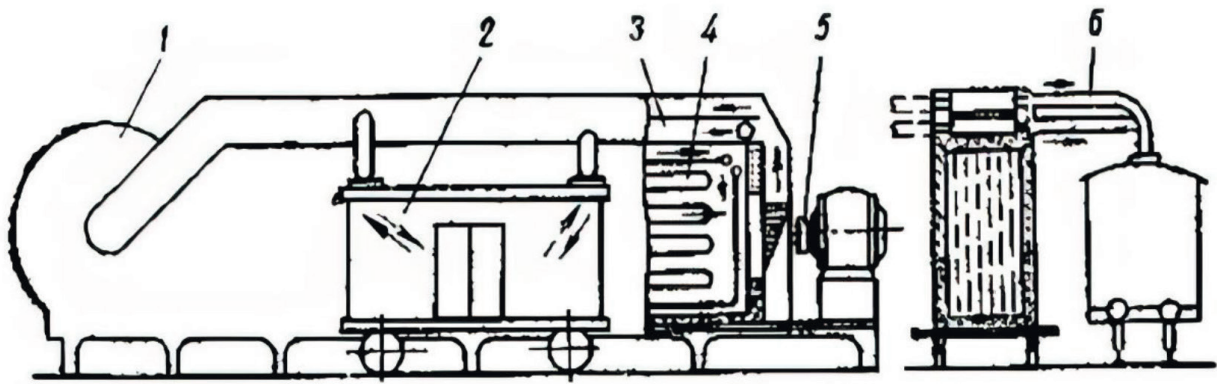


Рис. 2.40. Стационарний холодильний агрегат для охолодження фруктів у вагонах:
1 – вентилятор із усмоктувального боку; 2 – вагон; 3 – повітряний канал; 4 – повітряоохолоджувач;
5 – вентилятор із електродвигуном; 6 – з'єднувальний рукав



Рефрижераторні вагони Union Pacific



Рис. 2.41. Рефрижераторні вагони Union Pacific

Охолоджуване в повітроохолоджувачі повітря направляється у вагон гнучкими сполучними рукавами, де воно нагрівається за рахунок охолодження вантажу. Остеplене повітря вентилятором видаляється з вагона для повторного охолодження. Щоб фрукти охолоджувалися рівномірно, через кожні 15–20 хвилин за допомогою шибєрів (автоматично чи вручну) змінюють напрямок повітряного потоку у вагоні.

Аналогічний холодильний агрегат можна використовувати і для охолодження фруктів і овочів в автомобілях із ізотермічними кузовами. У цьому випадку холодне повітря у вантажний обсяг подається гнучким рукавом через задні двері кузова в його верхню зону. Остеplене повітря для охолодження забирається з нижньої частини кузова. Якщо вагони-холодильники обладнані льодо-соляними кишеньками, що виконують роль охолоджувальних приладів, то для інтенсифікації охолодження плодів рекомендується організувати рух повітря за допомогою переносних вентиляторних установок.

2.3.3. Обладнання для охолодження овочів у вакуумі

Відсортовані на місці збору овочі укладають у картонні коробки, що на піддонах завантажують у вакуумні камери за допомогою електронавантажувачів. Герметичні двері камери щільно закриваються. Після цього включають вакуум-насоси. Під час зниження тиску в камері випарюється волога з поверхні овочів і вони охолоджуються до температури, близької до 0°C. На цьому цикл охолодження закінчується, і вакуум-насоси вимикаються. У процесі охолодження водяна пара збирається у верхній частині вакуумної камери, де конденсується на поверхні охолоджувальної батареї і стікає в піддон для збору конденсату. Цикл охолодження продовжується 16–24 хв.

За допомогою стрічкового транспортера охолоджені овочі в коробках подаються до авторефрижераторів або до рефрижераторних вагонів для доставки їх на холодильні підприємства чи на овочеві бази.

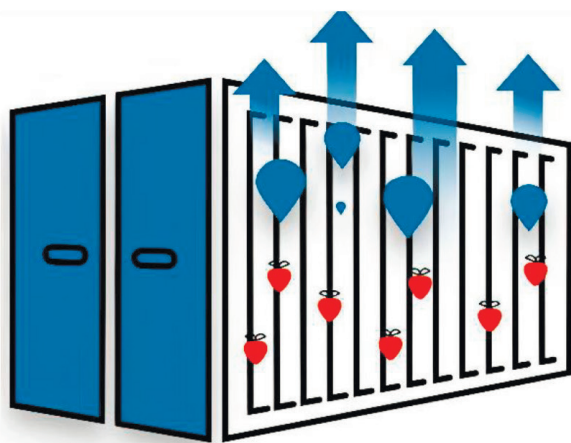
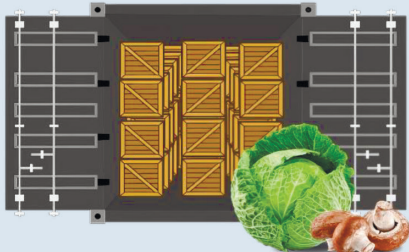


Рис. 2.42. Охолодження овочів у вакуумі

ВАКУУМНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ

Під час зниження атмосферного тиску у вакуумній камері вода швидко випаровується з поверхні продукту, видаляючи тепло в процесі



Переваги

- Швидкий
- Рівномірне охолодження для всіх овочів
- Висока енергоефективність

Недоліки

- Ризик в'янення через втрату вологи
- Висока вартість
- Потрібна упаковка з отворами для випаровування води

Рис. 2.43. Листові овочі та гриби

2.3.4. Установки для охолодження плодів і овочів у воді

Охолодження плодів і овочів у воді за температури близько 1°C (крижаній воді) здійснюють на конвеєрних установках (рис. 2.44).

Плоди чи овочі в ящиках, кошиках чи розсипом поміщають на конвеєр установки. Охолодження плодів і овочів в установці може здійснюватися зануренням у ємність, заповнену охолоджувальною водою, зрошенням чи через систему зрошувальних трубопроводів.



Рис. 2.44. Конвеєрна установка для охолодження плодів та овочів

Охолодження ягід крижаною водою здійснюється за допомогою гідрокулерів. Цей спосіб дозволяє охолодити продукцію швидше, ніж повітрям. Під час додавання у воду знезаражувальних речовин одночасно знищуються хвороботворні грибки, а також залишки різних хімічних засобів, що застосовуються для захисту рослин у період їх виростання. Під час застосування водяного охолодження замість повітряного досягається відносно менша втрата продуктів у період подальшого зберігання в холодильних камерах і зменшується потужність теплообмінного устаткування. Гідроохолодження проводиться зрошенням ягід водою чи зануренням ягід у воду. Водночас ягоди можуть бути як у незатареному, так і затареному вигляді. У першому випадку збільшується площа теплопередачі, що сприяє прискоренню охолодження і потім просиханню їх, проте після охолодження потрібно більш тривалий час для пакування. Під час охолодження в тарі не потрібно наступної упаковки, але цей спосіб прийнятний лише в тому випадку, якщо тара не вбирає вологу і тим самим не виникають труднощі під час транспортування та реалізації фруктів. Охолодження за допомогою гідрокулера підходить не всім ягодам, але для черешні показує відмінні результати. Після попереднього охолодження ягоди відправляють на короткочасне або тривале зберігання.

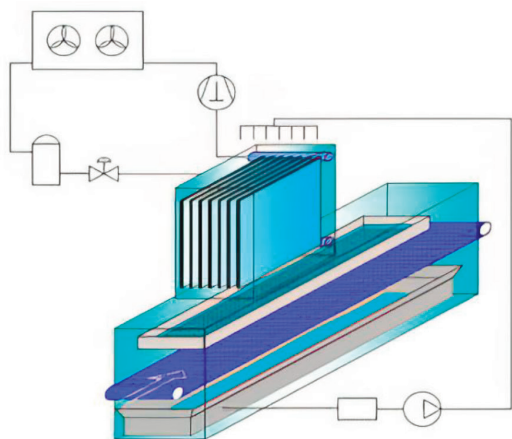
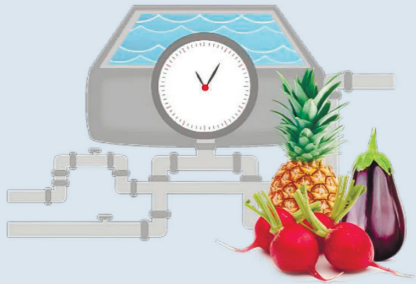


Рис. 2.45. Гідрокулер

До складу установки входять сітчастий конвеєр, зрошувальні трубопроводи, холодильний агрегат із водяним циркуляційним насосом і водоохолоджувачем. Із завантажувального бункера чисті овочі сітчастим конвеєром направляються на зрошення чи охолодження. Циркуляція води здійснюється за допомогою водяного насоса, а її охолодження – індивідуальною автоматизованою холодильною установкою.

ГІДРООХОЛОДЖЕННЯ

Овочі обливають або занурюють у холодну воду, яка циркулює через теплообмінник



Переваги

- Швидкий
- Висока енергоефективність
- Забезпечте засоби для очищення овочів (наприклад, хлорованою водою), щоб запобігти псуванню

Недоліки

- Необхідний додатковий етап сушіння
- Потрібні додаткові зусилля для щоденного контролю якості води та чистоти кулера

Рис. 2.46. Фруктові овочі та свіжі фрукти, стійкі до тривалого впливу вологи



Гідрокулер для охолодження черешні

2.3.5. Установа для охолодження овочів льодом

До складу установки (рис. 2.47) входять сніговальний агрегат із гнучким шлангом, бункер сніжного льоду і транспортні засоби (роликові чи доріжки-транспортери).

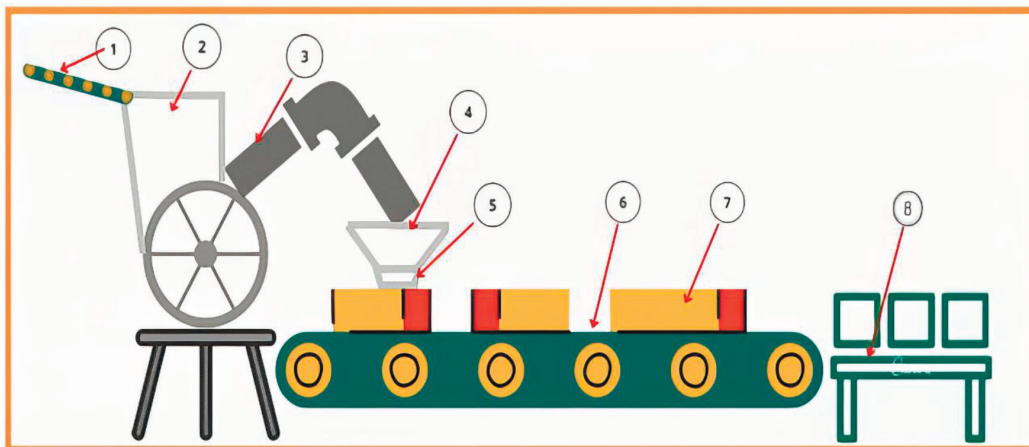


Рис. 2.47. Установа для охолодження овочів льодом:

1 – спуск; 2 – сніговальний агрегат; 3 – гнучкий шланг; 4 – бункер льоду;

5 – шибєр; 6 – роликова доріжка; 7 – ящик; 8 – транспортер

Овочі, призначені для охолодження, миють, зважують і укладають у ящики, що встановлюють на роликову доріжку для засипання льодом і наступного транспортування. Лід по гнучкому шлангу спеціальним вентилятором, що входить до складу сніговального агрегата, направляється в бункер ємністю 1–1,5 т.



Рис. 2.48. Ящик з продукцією

Із бункера порції льоду, дозування яких проводиться шибром, зсипаються в ящики з овочами (маса льоду складає 40% від маси овочів), які роликовою доріжкою направляються до транспортера і переміщаються для навантаження в залізничний чи в автомобільний холодильний транспорт.

ОХОЛОДЖЕННЯ ЛЬДОМ	
Поверх овочів додають шари колотого льоду	
	Переваги • Швидкий • Висока тепловіддача • Запобігає втраті вологи з овочів
	Недоліки • Додаткова вага (від подрібненого льоду та високий вміст води від танення льоду) може збільшити ризик фізичних травм і гниття овочів • Ризик пошкодження овочів від охолодження, якщо період обмерзання триватиме довго

Рис. 2.49. Броколі, морква, пекінська капуста, зелена цибуля та товари з високою швидкістю дихання

2.4. Апарати для охолодження птиці

Птицю після забою й оброблення охолоджують у повітрі, воді й льодоводяній суміші. Для реалізації того чи іншого способу охолодження битої птиці в промисловості найпоширеніші апарати тунельного типу, апарати для охолодження птиці водою (зрошенням або зануренням) чи в льодоводяній суміші.

2.4.1. Апарати тунельного типу

Ці апарати (рис. 2.50) монтують з окремих секцій, кількість яких визначається продуктивністю лінії забою птиці. У кожній секції розміщують індивідуальний повітроохолоджувач. Рух холодного повітря в тунелі – поперечний. Охолоджувані тушки птиці переміщуються на багатоярусних візках. В апараті тунельного типу за температури повітря мінус 8°C та кратності циркуляції 150 обсягів на 1 год птицю охолоджують до 2–3°C упродовж 4–5 год (курчата і кури) і 6–8 год (гуси та індички).

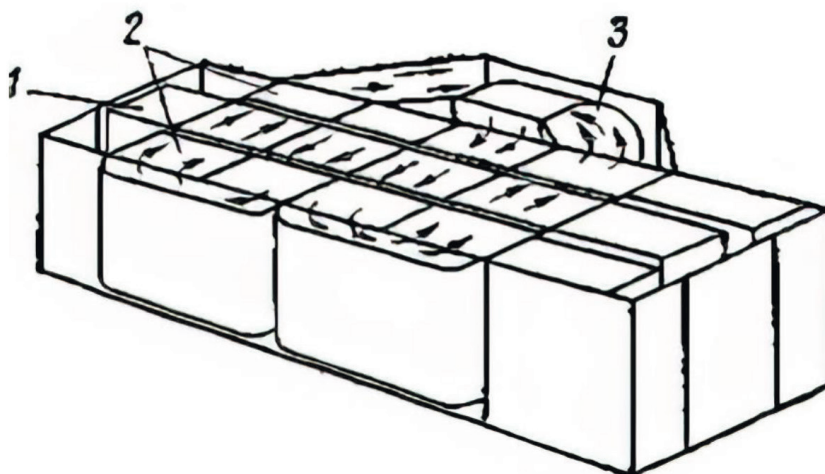


Рис. 2.50. Апарат тунельного типу для охолодження птиці:

1 – тунель; 2 – секції; 3 – вентилятор

2.4.2. Апарат для охолодження тушок птиці зрошенням

Цей апарат може бути з рециркуляцією води і без неї. Апарат (рис. 2.51) складається з камери, конвеєра з підвісками для переміщення тушок птиці, колекторів із відцентровими форсунками і трубопроводів. Відцентрові форсунки використовують для розбризкування води.

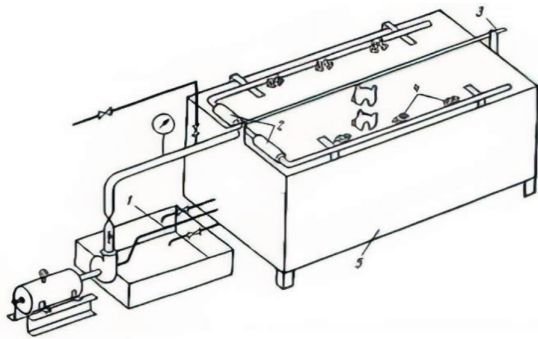


Рис. 2.51. Апарат для охолодження птиці зрошенням:

1 – трубопроводи; 2 – колектори; 3 – конвеєр із підвісками;
4 – відцентрові форсунки; 5 – камера

Форсунки розташовані на колекторах у шаховому порядку й нахилені до осі конвеєра. За такого розташування форсунок у камері створюється суцільна водяна завіса за ходом руху конвеєра з тушками.

У цих апаратах забезпечується належне обмивання поверхні тушок і швидке їхнє охолодження. Тиск води перед відцентровими форсунками необхідно підтримувати 150–200 кПа. Відстань між колекторами має складати 450 мм. Швидкість руху конвеєра регулюється за допомогою редуктора та варіатора швидкості. За час проходження тушок птиці в апараті вони мають охолонути до 4–5°C.

Переваги:

- ✓ зниження поверхневого обсіменіння мікроорганізмами (за однократного використання води);
- ✓ інтенсивність процесу охолодження;
- ✓ простота експлуатації.

2.4.3. Апарат для охолодження тушок птиці зануренням

Цей апарат (рис. 2.52) складається з гідрожолоба, ванни з охолоджувальними батареями, похилого транспортера, трубопроводів і циркуляційного насоса.

Із конвеєра охолоджувані напівтушки надходять у гідрожолоб, заповнений холодною водою. Рухаючись гідрожолобом, тушки птиці попередньо охолоджуються, а потім надходять у ванну для остаточного охолодження.

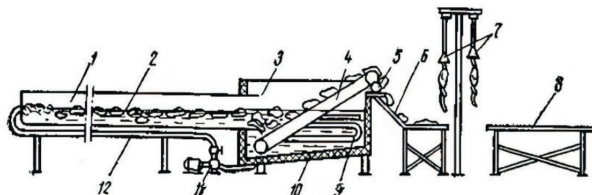


Рис. 2.52. Апарат для охолодження тушок птиці зануренням:

1 – гідрожолоб; 2 – тушки птиці; 3 – ванна; 4 – похилий транспортер; 5 – редуктор; 6 – прямна спуску тушок; 7 – конвеєр; 8 – стіл для упакування тушок; 9 – охолоджуюча батарея; 10 – ізоляція ванни; 11 – циркуляційний насос; 12 – трубопровід подачі льодяної води в гідрожолоб

Із ванни тушки видаляються похилим транспортером. Вода охолоджується батареєю, що знаходиться у ванні. Щоб підтримати постійну низьку температуру води, в апарат додають лід.

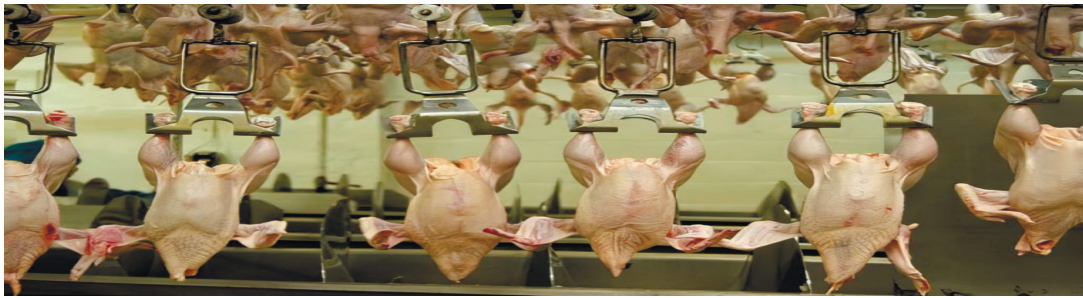


Рис. 2.53. Вихід охолоджених тушок

Недоліки:

✓ температура води в гідрожолобі зростає до 4–5°C, у результаті чого подовжується процес охолодження.

Переваги:

✓ апарат простий у експлуатації.

2.4.4. Автоматизований апарат для охолодження тушок птиці методом занурення в льодоводяну суміш

Автоматизований апарат для охолодження тушок птиці методом занурення в льодоводяну суміш використовують на різних технологічних лініях. Апарат (рис. 2.54) складається з ванни, транспортера з напрямними решітками, піднімального елеватора, електродвигуна й редуктора. Льодогенератор як самостійний агрегат додається до апарата.

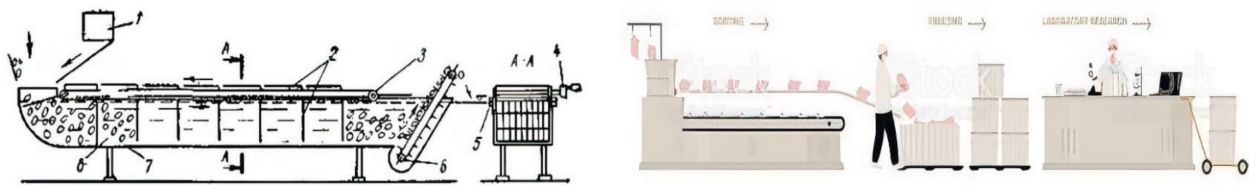


Рис. 2.54. Автоматизований апарат для охолодження птиці зануренням в льодоводяну суміш:

1 – льодогенератор; 2 – напрямні решітки; 3 – транспортер; 4 – електродвигун та редуктор; 5 – водозливні отвори; 6 – піднімальний елеватор; 7 – ванна; 8 – кліть

Тушки птиці після автоматичного зняття з конвеєра попадають у ванну, рівномірно заповнюючи кожну кліть, що утворюється між двома сусідніми напрямними решітками транспортера. Разом із тушками птиці в кліть подають порцію лускоподібного льоду, що рівномірно розподіляється.

Конструкція апарата виключає накопичення великих мас льоду в кліті апарата. Кожна напрямна решітка переміщає визначену кількість тушок птиці та льоду й потім рівномірно подає тушки до елеватора. Якщо тушка не потрапила на елеватор, то вона підхоплюється під час

підняття решіток і після досягнення їх вертикального положення знову попадає у ванну, звідки зіштовхується на елеватор наступними напрямними решітками. Із верхнього вертикального положення решітки переходять у горизонтальне, тому що вони застопорені з однієї сторони і шарнірно з'єднані з ланцюгами. У цьому положенні решітки досягають початку ванни й поступово відкриваються, переміщаючи завантажені тушки й лід.

Перевагою такого апарата є те, що напрямні решітки переміщують кожну тушку птиці, що знаходиться перед ними, незалежно від того, плаває вона чи ні.

2.5. Обладнання для охолодження молочної продукції

2.5.1. Автоматизована пластинчаста установка для охолодження молока і молочних продуктів

Автоматизована пластинчаста установка (рис. 2.55) складається з пластинчастого теплообмінника, шафи з контрольно-вимірювальними приладами, трубопроводу подачі холодоносія, виконавчого механізму, термометрів і манометра.

Пластинчастий теплообмінник (охолоджувач) збирається з пластин, виготовлених із нержавіючої сталі, що дозволяє промивати такі апарати в системі циркуляційного безрозбірного миття.

У пластинчастого теплообмінника є станина та дві штанги з натискними пристроями. На штанзі кріпляться пластини з нержавіючої сталі з гумовими прокладками. Пластини розділені проміжною плитою чи спеціальною перегородкою на два відсіки: у першому – молоко охолоджується водою (від 35 до 20–22°C), у другому – холодоносієм чи крижаною водою до 4±2°C. Для створення герметичності між пластинами вони стискаються за допомогою натискної плити та притискних муфт. Пластини зібрані в пакети, з яких складаються секції.



Рис. 2.55. Система безпосереднього охолодження молока

В установку холодоносіє подається через трубопровід, на якому розташовані вентилі й манометри. Виконавчий механізм регулює температуру охолоджуваного молока, змінюючи кількість холодоносія, що направляється в установку.

Після промивання й перевірки пластинчастого теплообмінника в нього насосом подають молоко. Після заповнення установки включають вентиль подачі холодоносія, а потім вентиль подачі охолодженої води. Молоко, проходячи каналами секцій і стикаючись із холодними стінками пластин, охолоджується. Контроль температури охолодженого молока здійснюється термометром опору, сигнал від якого передається на електронний міст. На шкалі приладу стрілка показує температуру молока.

За збільшення температури молока вище 6°C електронний міст за допомогою реостатного датчика балансового реле включає привід виконавчого механізму, що приходить у дію, відкриваючи регулювальний клапан, і подача холодоносія збільшується.

Автоматичні пластинчасті охолоджувальні установки призначені для швидкого охолодження молока в тонкому шарі за автоматичного чи ручного керування процесом.

2.5.2. Пластинчасті охолоджувачі

Пластинчасті охолоджувачі для молока ООЛ-3 та ООЛ-5, призначені для охолодження молока в ізолюваному тонкошаровому безперервному потоці. Застосовуються на підприємствах молочної промисловості, а також на фермах (рис. 2.56).

Пластинчастий охолоджувач для молока 001-B10 (ООЛ-10) складається з 2-х секцій пластин – одна для роботи на розсолі/крижаній воді, а інша – на холодній воді (рис. 2.57).

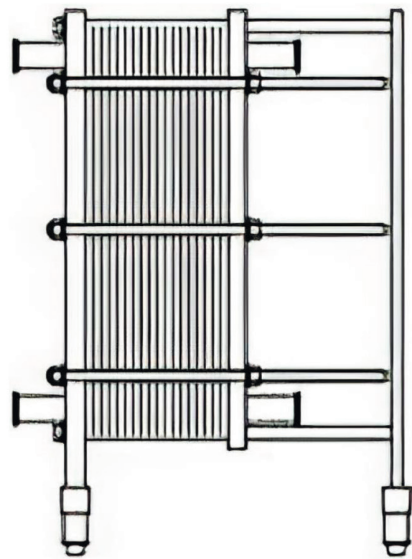


Рис. 2.56. Загальний вигляд пластинчастих охолоджувачів для молока ООЛ-3 та ООЛ-5

Призначені для охолодження молока в ізолюваному тонкошаровому безперервному потоці. Застосовуються на підприємствах молочної промисловості, а також на фермах.

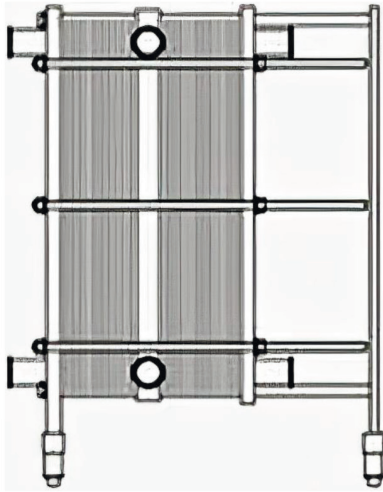


Рис.2.57. Загальний вигляд пластинчастого охолоджувача молока 001-B10 (ООЛ-10)

Пластинчастий охолоджувач для молока ООЛ-25, призначений для охолодження молока, вершків, кефіру, молочних сумішей, вина, пива, соків, води й інших подібних за фізичними властивостями продуктів у закритому потоці. Застосовуються на підприємствах харчової промисловості.



Питання для самоконтролю

1. За якими ознаками класифікують технологічне обладнання для охолодження харчових продуктів? Дайте визначення його основних видів.
2. Чим по суті відрізняються камери тунельного типу?
3. Що входить до складу камер із системою повітряного душення?
4. Чим визначається вибір виду холодильного обладнання камер охолодження м'яса?
5. Охарактеризуйте принцип роботи та схему руху повітря в камерах.
6. Які конструкції повітроохолоджувачів використовують у камерах охолодження м'яса? Наведіть переваги й недоліки існуючих повітроохолоджувачів.
7. В яких камерах охолодження м'яса використовують радіальний тепловий потік? Наведіть класифікацію обладнання цих камер, переваги і недоліки.
8. В яких камерах охолодження м'яса повітря охолоджують у детандерах? Наведіть принцип дії, переваги й недоліки.
9. Охарактеризуйте обладнання для охолодження риби.
10. Які є основні системи попереднього охолодження риби? Наведіть приклади їх практичного застосування.
11. Які способи та обладнання використовують для охолодження плодів та овочів? Будова, принцип дії, недоліки і переваги.
12. Які апарати використовують для охолодження тушок птиці? Наведіть короткий опис і приклади їх практичного застосування.
13. Яке обладнання використовують для охолодження молока? Наведіть конструкцію та принцип дії.

3. ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

3.1. Обладнання камер заморозування м'яса

- 3.1.1. Обладнання камер із примусовим рухом повітря
- 3.1.2. Обладнання камер із природним рухом повітря
- 3.1.3. Порівняльні показники камер заморозування м'яса
- 3.1.4. Основи розрахунку камер заморозування м'яса

3.2. Повітряні морозильні апарати

- 3.2.1. Візкові морозильні апарати
- 3.2.2. Конвеєрні морозильні апарати
- 3.2.3. Основи розрахунку конвеєрних апаратів
- 3.2.4. Спіральні швидкоморозильні апарати
- 3.2.5. Гравітаційні морозильні апарати
- 3.2.6. Флюїдизаційні морозильні апарати
- 3.2.7. Основи розрахунку флюїдизаційних апаратів

3.3. Апарати безконтактного заморозування

- 3.3.1. Горизонтально-плиткові апарати
- 3.3.2. Вертикально-плиткові апарати
- 3.3.3. Роторні апарати
- 3.3.4. Морозильні апарати барабанного типу

3.4. Контактні морозильні апарати

- 3.4.1. Кріогенні апарати
- 3.4.2. Вуглекислотні морозильні апарати
- 3.4.3. Фреонові морозильні апарати
- 3.4.4. Апарати для заморозування продуктів рідкими холодоносіями

3.1. Обладнання камер заморозування м'яса



Пристрої, призначені для заморозування харчових продуктів, виконуються у вигляді камер і морозильних апаратів.

На підприємствах харчові продукти, які швидко псуються, заморозують у морозильних апаратах у розфасованому, а часто й в упакованому вигляді.

Як правило, у камерах заморозують м'ясо, що розташовують на підвісних шляхах чи в піддонах, які розміщують на стійках.

У камерах заморозування повітря охолоджують за допомогою парових і повітряних холодильних машин. Холодильне обладнання, що знаходиться в камерах заморозування м'ясокомбінатів, складається з камерних охолоджуючих приладів, виконаних у вигляді батарей і повітроохолоджувачів.

Залежно від виду руху повітря й типу обладнання камери заморозування м'яса можуть бути з примусовим і природним рухом

повітря. Камери з примусовим рухом повітря оснащують повітроохолоджувачами, а іноді батареями разом із системами розподілу повітря, а камери з природним рухом повітря – пристінними, стельовими чи міжрядними радіаційними батареями.

Залежно від організації технологічного процесу камери заморожування можуть бути одно- і двофазного заморожування. У однофазних заморожуються теплі (парні) напівтуші м'яса, а в двофазних – туші попередньо охолодженого м'яса. За однакового конструктивного рішення в камерах однофазного заморожування треба передбачати велику площу поверхні охолоджуваних приладів.

Камери заморожування м'яса можуть працювати безперервно чи періодично. У камерах

тунельного типу, що працюють безперервно, добре прораховується потоковість технологічного процесу, його автоматизація й програмування. У разі використання цих камер у холодильниках можуть бути відсутні спеціальні приміщення, призначені для накопичення м'яса, а теплове навантаження на холодильне обладнання рівномірне, що приводить до скорочення як капітальних, так і експлуатаційних витрат. Конструктивно камери заморожування м'яса можуть виконуватися прохідними і тупиковими. У прохідних завантаження м'ясом і його вивантаження проводиться через спеціальні дверні прорізи, розташовані звичайно в торцевих стінах, а в тупикових – через загальний дверний проріз.

3.1.1. Обладнання камер із примусовим рухом повітря

Камери заморожування м'яса з вимушеним рухом повітря виконуються у вигляді камер і тунелів.

Камеру однофазного заморожування м'яса тунельного типу з поздовжнім рухом повітря зображено на рис. 3.1. Прохідна камера обладнана шістьма сухими стельовими повітроохолоджувачами, розташованими під балками підвісних шляхів. Кожен повітроохолоджувач обслуговується осьовим багатолопатевим вентилятором.

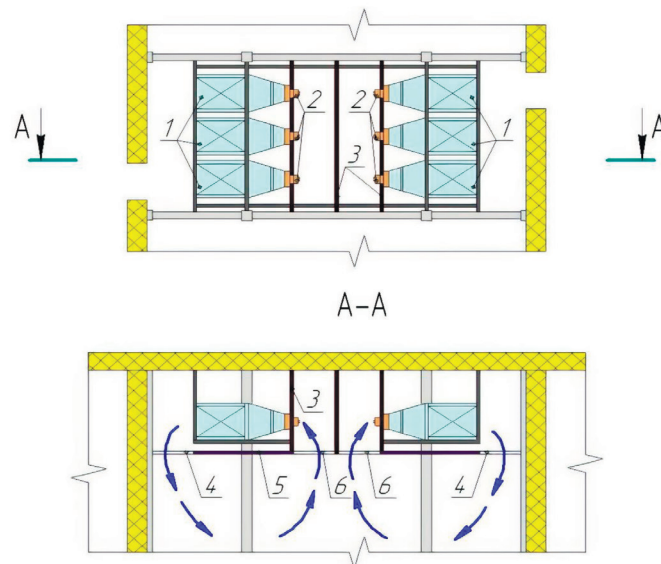


Рис. 3.1. Камера однофазного заморожування м'яса тунельного типу з поздовжнім рухом повітря:

1 – стельові повітроохолоджувачі; 2 – осьові багатолопатеві вентилятори;

3 – вертикальні перегородки; 4 – нагнітальне вікно; 5 – хвиляста стеля; 6 – всмоктувальне вікно

Стрілками зображено напрямки повітря

Повітря, що виходить із повітроохолоджувачів, ударяється об торцеву стінку камери, втрачаючи частину швидкісного (динамічного) напору. Для створення спрямованого руху повітря в камері є хибна стеля й вертикальні перегородки, що утворюють нагнітальні та всмоктувальні вікна. Нагнітальні вікна знаходяться в торцевих стінах камери, а всмоктувальні – у її центральній частині. Охолоджене у повітроохолоджувачах повітря потрапляє в камеру через нагнітальні вікна та омиває напівтуші м'яса, розташовані на підвісних шляхах, а потім через всмоктувальні вікна надходить до вентиляторів і знову направляється для охолодження. Таким чином, повітря в камері рухається по двох вертикальних циркуляційних колах.

Камери також обладнані спеціальними автоматичними конвеєрами, що забезпечують механізоване завантаження, вивантаження й беззупинне переміщення напівтуш м'яса в камері під час їхнього заморожування. Тривалість однофазного заморожування напівтуш м'яса за температури повітря в камері мінус 30°C та швидкості руху повітря біля стегнових частин напівтуш 1,8 м/с складає 22 год.

Для поліпшення розподілу повітря після повітроохолоджувачів встановлюють

напрямні апарати, що забезпечують як плавний поворот потоку повітря, так і раціональне обдування стегнових частин напівтуш, що заморожуються. Тривалість заморожування м'яса в камерах із напрямними апаратами скорочується на 20–25% за рахунок збільшення швидкості руху повітря й раціонального обдування напівтуш.

Недоліки:

- ✓ значна нерівномірність швидкості руху повітря за довжиною камери;
- ✓ погана організація циркуляції повітря.

Переваги:

- ✓ компактність холодильного обладнання;
- ✓ раціональне використання будівельної площі камери;
- ✓ високий ступінь автоматизації та механізації.

Обладнання камери заморожування тунельного типу з поперечним рухом повітря (рис. 3.2) складається зі стельових охолоджувачів повітря з направляючими апаратами, розташованих над хибною стелею і підвісними шляхами, закріпленими на підвісках.

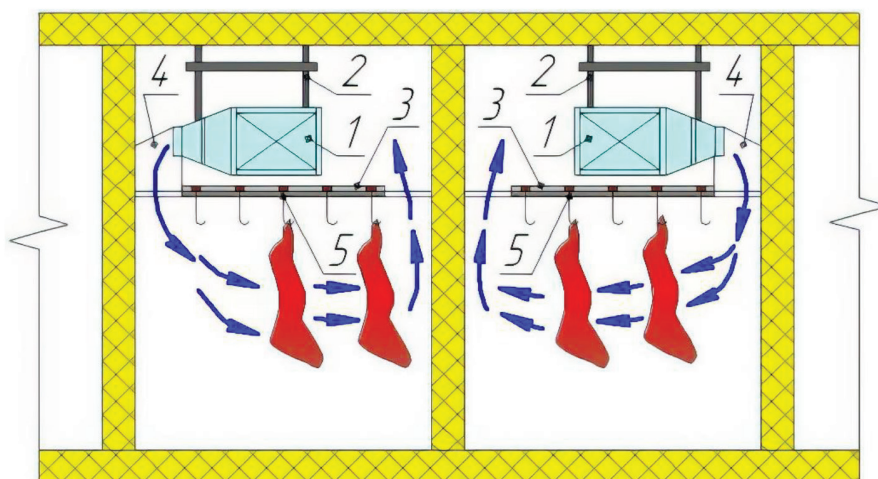


Рис. 3.2. Камера однофазного заморожування м'яса тунельного типу з поперечним рухом повітря:

1 – повітроохолоджувач; 2 – підвіски; 3 – хибна стеля; 4 – нагнітальні вікна; 5 – підвісні шляхи

Стрілками зазначено напрямки повітря

Охолоджене в повітроохолоджувачах повітря направляється в камеру через нагнітальні вікна у хибній стелі, омиває напівтуші м'яса, і опілене повітря через всмоктувальні вікна знову прямує на охолодження в повітроохолоджувач.

Недоліки:

✓ необхідність розміщення значної кількості повітроохолоджувачів, що призводить до зростання вартості обладнання камери й підвищеної витрати електроенергії.

Переваги:

✓ хибна стеля, всмоктувальні й нагнітальні вікна, а також напрямні апарати забезпечують рівномірний рух повітря в поперечному напрямку камери.

Обладнання камери заморожування м'яса із системою безпосереднього повітряного душування аналогічне обладнанню камерам охолодження м'яса.

Камеру заморожування м'яса із системою душування через міжшляхові повітроохолоджувачі зображено на рис. 3.3. Охолоджувальні секції міжшляхових повітроохолоджувачів у таких камерах можуть виготовлятися з гладких чи з оребрених труб (діаметром 38×2,5 мм із кроком оребрення 13,3 мм).

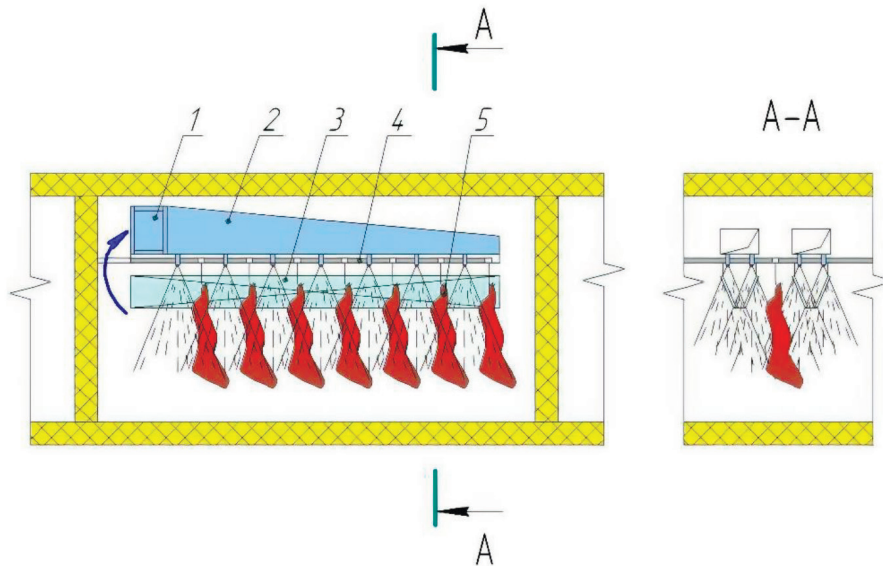


Рис. 3.3. Камера однофазного заморожування м'яса із системою душування через міжшляхові повітроохолоджувачі:

1 – вентилятор; 2 – канал повітряного душування із соплами;
3 – охолоджувальна секція з оребрених труб; 4 – підвісний шлях; 5 – напівтуші

Стрілками зазначено напрямок повітря

Міжшляхові повітроохолоджувачі розташовують безпосередньо під каркасом підвісних шляхів. Повітроводи прямокутного перетину монтуються над охолоджувальними секціями повітроохолоджувачів, а осьові вентилятори – в один із торців повітроводу. Гнучка вставка від осьового вентилятора до повітроводу гасить шум і вібрації. Поряд із міжшляховими повітроохолоджувачами в камері можна встановлювати і пристінні батареї. Для ефективної роботи охолоджувальних приладів камери, снігову шубу з їх теплопередавальної поверхні знімають за допомогою гарячих парів аміаку.

У виробничих і розподільних холодильниках застосовують *камери заморожування м'яса з міжрядними батареями й вимушеним рухом повітря*. До складу обладнання камери (рис. 3.4) входять міжрядні батареї спеціальної конструкції, виготовлені з оребрених труб, осьові вентилятори, удавана стеля та вертикальні перегородки з вікнами для організації руху повітря. Міжрядні батареї в сполученні з вертикальними перегородками поділяють камеру на чотири тунелі (відсіки). У кожному тунелю на підвісних шляхах знаходяться напівтуші, що заморожуються. Повітря, що нагнітається осьовими вентиляторами по каналу, утвореному хибною стелею і перекриттям камери через нагнітальне вікно направляєється в перший тунель, у якому, рухаючись зверху до низу зі швидкістю 3 м/с, омиває напівтуші, що заморожуються. Через вікно, розташоване в нижній частині перегородки, повітря надходить у другий тунель, у якому циркулює знизу вгору.

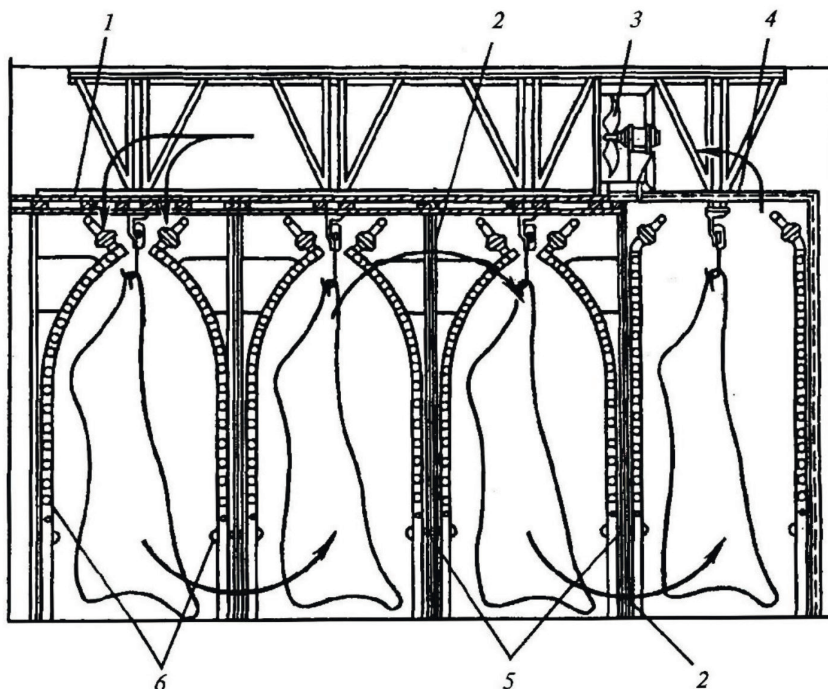


Рис. 3.4. Камера заморожування м'яса з міжрядними батареями та вимушеним рухом повітря:

1 – нагнітальне вікно; 2 – вікно перегородки; 3 – осьовий вентилятор;
4 – всмоктувальне вікно; 5 – перегородки; 6 – міжрядні батареї

Стрілки вказують напрямки руху повітря

Далі повітря через вікно перегородки переходить у третій тунель, опускається вниз і направляєється в четвертий тунель, з якого засмоктується вентиляторами через усмоктувальне вікно.

Недоліки:

- ✓ складність конструкції й значна металоємність міжрядних батарей;
- ✓ складність експлуатації міжрядних батарей, що насамперед відноситься до відводу талої води;
- ✓ неможливість використання вантажного обсягу камери для збереження мороженого м'яса в міжсезонний період.

Переваги:

- ✓ інтенсивність процесу заморожування м'яса за відносно малої усушки. Так, за температури повітря -35°C тривалість заморожування попередньо охолодженого м'яса складає 10–12 год.

У розподільних холодильниках передбачаються *камери заморожування з постаментними повітроохолоджувачами й повітроводами*. Обладнання таких камер (рис. 3.5) складається з постаментного повітроохолоджувача з осьовими вентиляторами і повітроводів із подовжніми соплами. Постаментний повітроохолоджувач зазвичай розміщується в торцевій стіні, що межує з опалювальним приміщенням. Таке розташування повітроохолоджувача полегшує видалення талої води під час гарячого відтаювання інею з теплопередавальної поверхні оребрених труб.

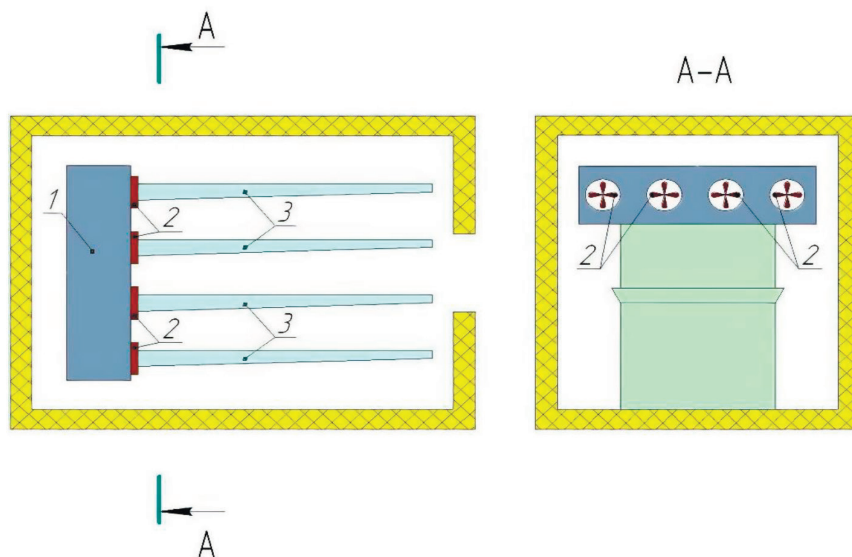


Рис. 3.5. Камера заморожування м'яса з постаментним повітроохолоджувачем та повітроводами:

1 – постаментний повітроохолоджувач; 2 – осьовий вентилятор;
3 – повітровід із подовжніми соплами

Охолоджене у повітроохолоджувачі повітря осьовими вентиляторами направляється в повітроводи круглого перетину. Холодне повітря, виходячи із сопел зі швидкістю 7–8 м/с, обдуває стегнові частини напівтуш. Швидкість руху повітря біля стегнових частин напівтуш складає 1,5–2 м/с. Тривалість заморожування охолодженого м'яса в камері за середньої температури повітря -30°C складає 14–16 год.

Недоліки:

✓ підвищена металоємність і енергоємність обладнання через наявність повітроводів у камері.

Переваги:

✓ швидке й повноцінне заморожування м'яса.

У розподільних холодильниках експлуатуються і камери заморожування м'яса *тунельного типу з вимушеним рухом повітря й хибною стелею*. Вони працюють так само, як і камери аналогічної конструкції, призначені для охолодження м'яса. У камерах заморожування м'яса проектна швидкість виходу повітря із щілин хибної стелі складає 7–8 м/с, а біля стегнових частин напівтуш, що заморожуються, 1–1,2 м/с. За середньої температури повітря в камері -30°C тривалість заморожування охолодженого м'яса дорівнює 20–22 год.

3.1.2. Обладнання камер із природним рухом повітря

У холодильниках при м'ясокомбінатах функціонують камери заморожування м'яса, у яких холодильна обробка напівтуш проводиться за природного руху повітря. Обладнання таких камер складається з пристінних і стельових батарей, виготовлених із гладких труб. Пристінні батареї розташовують біля стін між колонами, а стельові – над каркасом підвісних шляхів.

Відношення теплопередавальної поверхні охолоджувальних приладів до площі підлоги камери складає 3–4 м² на 1 м² площі підлоги.

Процес холодильної обробки м'яса в таких камерах тривалий і супроводжується підвищеною усушкою, яка на 15–20% більша, ніж у камерах заморожування з вимушеним рухом повітря. Напівтуша м'яса заморожується нерівномірно. Різну тривалість заморожування стегнової й лопаткової частин напівтуші можна пояснити не тільки їхньою неоднаковою товщиною, але й значним зростанням температури за висотою камери, що досягає 2–2,5°C на 1 м будівельної висоти. Камери заморожування м'яса з пристінними та стельовими батареями мають підвищену металоємність обладнання, що перевищує в 2–4 рази металоємність обладнання камер заморожування з вимушеним рухом повітря. Значна довжина труб, із яких монтуються пристінні та стельові батареї камер заморожування, ускладнює експлуатацію холодильної установки.

З метою інтенсифікації процесу холодильної обробки м'яса камери заморожування з пристінними і стельовими батареями і природним рухом повітря потребують модернізації.

Недоліки:

- ✓ тривалий процес холодильної обробки, підвищена усушка;
- ✓ нерівномірність заморожування;
- підвищена металоємність обладнання.

Переваги:

- проста конструкція обладнання;
- відсутність енергетичних витрат на роботу вентиляторів.

Модернізовану камеру заморожування м'яса зображено на рис. 3.6.

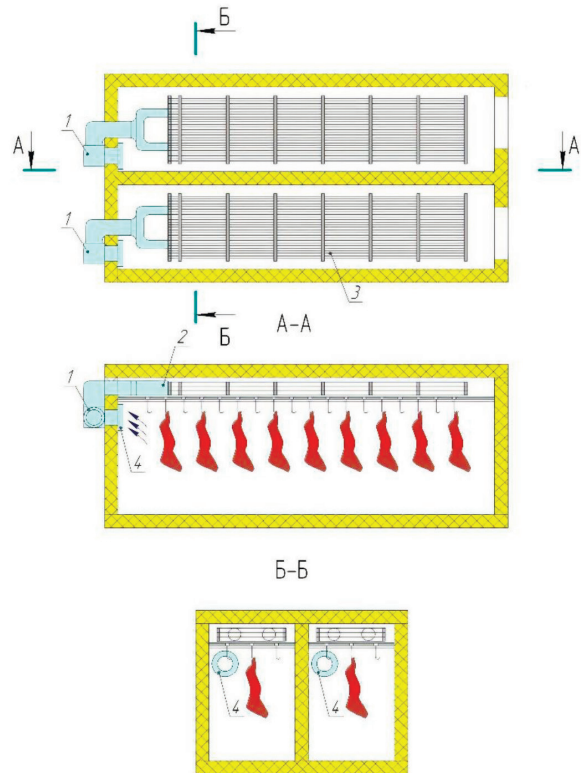


Рис. 3.6. Модернізована камера заморожування м'яса:

- 1 – вентилятор; 2 – сопло; 3 – батарея;
4 – всмоктувальний патрубок

Для збільшення швидкості руху повітря в зоні розташування стегнової частини напівтуші монтують вентилятори в сполученні з безканалюю системою розподілу повітря. Середня швидкість руху повітря біля батарей має складати не менше 1–1,5 м/с, а біля стегнової частини напівтуш – 0,4 м/с. Одним зі шляхів інтенсифікації процесу заморожування в камерах із природним рухом повітря є використання радіаційного теплообміну. Для цього охолоджувальні батареї розміщують між рядами підвісних шляхів. За такого розташування охолоджувальних батарей на кожну з напівтуш, що заморожуються, діють циркуляційні повітряні потоки.

Обладнання камери заморожування з міжрядними радіаційними батареями включає піддони для збору талої води та систему дренажних трубопроводів, що обігріваються. Міжрядні радіаційні батареї розміщують у верхній зоні камери біля товстих стegovих частин напівтуш. Таке розташування не тільки створює умови для радіаційного теплообміну між стеговою частиною й температури за висотою камери, що також сприяє прискоренню заморожування м'яса.

Недоліки:

- ✓ труднощі використання приміщень для збереження вантажів;
- ✓ підвищена металоємність охолоджувальних приладів.

Переваги:

- ✓ тривалість заморожування скорочується на 40–50% у порівнянні з камерами, обладнаними батареями;
- ✓ зменшення усушки.

3.1.3. Порівняльні показники камер заморожування м'яса

Таблиця 3.1

Порівняльні показники камер заморожування м'яса

Показники	Камери однофазного заморожування м'яса		
	тунельного типу		із системою повітряного душення через міжиляхові повітроохолоджувачі
	з поздовжнім рухом повітря	з поперечним рухом повітря	
Площа підлоги камери, м ²	65	54	72
Місткість камери, т	11,2	7,5	13
Тривалість заморожування, год	22	24	21
Площа поверхні охолоджувальних пристроїв, м ²	678	480	745
Потужність електродвигунів вентиляторів, кВт	13,2	18	4,4
Усушка, %	1,2	1,05	1,19
Питомі витрати металу, т на 1 т замороженого м'яса	0,51	0,54	0,44
Знімання м'яса з 1 м ² площі підлоги, т на добу	0,17	0,14	0,2
Питома витрата електроенергії на привід вентиляторів повітроохолоджувачів, кВт·год на 1 т	2,6	5,7	0,71
Оснащеність приладами охолодження	10,5	8,9	10,5
Продуктивність камери, т в рік	850	635	1100
Тип охолоджувальних приладів	Сухі стельові повітроохолоджувачі	Сухі стельові повітроохолоджувачі	Міжиляхові повітроохолоджувачі та пристінні батареї

Питомі витрати металу характеризують конструктивну досконалість камер. Знижені витрати металу в камері із системою повітряного душування можна пояснити тим, що міжшляхові повітроохолоджувачі та пристінні батареї монтуються з труб із малим кроком оребрення (13,3 мм), а секції стельових повітроохолоджувачів виготовлені з труб із кроком оребрення 22 мм. Застосування труб із підвищеним кроком оребрення, хоча і призводить до деякого зростання металоємності камер, проте дозволяє ефективно експлуатувати повітроохолоджувачі в камерах заморожування м'яса.

У камерах із системою повітряного душування через міжшляхові повітроохолоджувачі питома витрата електроенергії на привід вентиляторів повітроохолоджувачів мінімальна, а в камері тунельного типу з поперечним рухом

повітря – максимальна. Максимальна питома витрата електроенергії в камері тунельного типу з поперечним рухом повітря пояснюється тим, що для створення оптимальної швидкості руху повітря потрібно подавати значну кількість повітря вентиляторами.

Оснащеність приладами охолодження є мінімальною в камерах тунельного типу з поперечним рухом повітря. Очевидний дефіцит теплопередавальної поверхні в цих камерах є причиною збільшення тривалості заморожування та зменшення об'ємів виробництва замороженого м'яса.

Таким чином, аналіз порівняльних показників роботи камер однофазного заморожування м'яса показує, що вони не позбавлені низки конструктивних і експлуатаційних недоліків.

3.1.4. Основи розрахунку камер заморожування м'яса

Під час розрахунку камер заморожування м'яса, якщо задані тривалість заморожування, продуктивність камери, температура повітря, а також початкова й кінцева температури м'яса, визначають тривалість циклу заморожування, місткість та розміри камери; довжину підвісного шляху, теплове навантаження на холодильне обладнання; площу теплообмінної поверхні охолоджуючих приладів.

Тривалість циклу заморожування $T_{\text{ц}}$, у годинах, обчислюють за формулою:

$T_{\text{ц}} = t + t_{\text{з.в.}},$		(3.1)
де	t – тривалість заморожування м'яса, год; $t_{\text{з.в.}}$ – тривалість завантаження та вивантажування камер з періодичним завантаженням та вивантаженням, год.	

Місткість камери заморожування м'яса G , у тоннах, обчислюють за формулою:

$G = \frac{G' \cdot T_{\text{ц}}}{24},$		(3.2)
де	G' – продуктивність камери, тонн на добу; $T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу заморожування, год; 24 – кількість годин в добі.	

Будівельну площу камери $F_{\text{буд}}$, у квадратних метрах, обчислюють за формулою:

$F_{\text{буд}} = \frac{G}{q_F},$		(3.3)
де	G – місткість камери заморожування м'яса, т; q_F – норма навантаження, віднесена до 1 м ² будівельної площі камер, кг/м ² , приймається в межах 225–250 кг/м ² .	

Довжину підвісного шляху $L_{\text{п}}$, у метрах, обчислюють за формулою:

$L_{\text{п}} = \frac{G}{q_1},$		(3.4)
де	G – місткість камери заморожування м'яса, т; q_1 – норма навантаження, віднесена до 1 м підвісного шляху, кг/м, приймається 280 кг/м.	

Теплове навантаження на холодильне обладнання Q_0 , у Ваттах, обчислюють за формулою:

$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_4,$		(3.5)
де	Q_1 – теплонадходження через огорожуючі конструкції, Вт; Q_2 – теплонадходження від м'яса, що заморожується, Вт; Q_4 – експлуатаційні теплонадходження, Вт.	

Площу теплообмінної поверхні повітроохолоджувачів $F_{\text{по}}$, у квадратних метрах, обчислюють за формулою:

$F_{\text{по}} = \frac{Q_0}{k_0 \cdot \Delta t},$		(3.6)
де	k_0 – коефіцієнт теплопередачі повітроохолоджувачів, Вт/(м ² /К); Δt – різниця між температурою повітря в камері та температурою кипіння холодильного агента, °С.	

3.2. Повітряні морозильні апарати

Для заморожування різноманітних продуктів рослинного походження широке застосування знаходять **повітряні швидкоморозильні апарати**. Ці апарати є найпоширенішими головним чином через простоту конструкції, універсальність, тобто можливості застосування одного й того самого апарату для заморожування різних харчових продуктів. Крім того, використання повітряних апаратів дає можливість перейти від традиційної технології заморожування продуктів без упаковки до нової технології заморожування фасованих продуктів.

Заморожування продуктів у повітрі дозволяє зберігати їх поживні речовини та високі смакові якості, а також хороший зовнішній вигляд.

Повітряні морозильні апарати складаються з вантажного відсіку й відсіку повітроохолодників. Для них характерне виконання вантажного відсіку у вигляді тунелю, який дає змогу надати потоку повітря необхідного напрямку

та потрібну швидкість. Продукт, що заморожується, переміщується різними транспортними засобами. У відсіку повітроохолодників розміщують секції, призначені для охолодження повітря, піддон для збирання талої води, а також вентиляційну установку. Як транспортний засіб для безперервного або періодичного переміщування заморожуваних продуктів у вантажному відсіку застосовують конвеєри та гравітаційні пристрої.

Залежно від транспортних засобів і способу заморожування харчових продуктів у повітрі апарати можна поділити на **візкові, конвеєрні, флюїдизаційні та гравітаційні**. У візкових, конвеєрних та гравітаційних повітряних морозильних апаратах продукти заморожуються як у дрібній упаковці (масою до 0,5 кг), так і у вигляді блоків (масою 10–12 кг). Товщина блоків може бути від 40 до 100 мм. У флюїдизаційних апаратах продукти заморожують розсипом у повітрі або в спеціальному середовищі.

3.2.1. Візкові морозильні апарати

Візкові морозильні апарати з ручним або механізованим переміщенням візків складаються з теплоізовованого контуру (камери), випарників, вентиляторів, повітроохолоджувача і візка. Призначені для заморожування продукти вкладають у лотки (ящики), встановлюють на візки, які розміщують у морозильній камері поздовжньо або перпендикулярно до потоку холодного повітря. Під час проходження через ребристо-трубні випарники повітря охолоджується до температури -35°C . Циркуляція повітря здійснюється осьовими вентиляторами. У конструкції апарата застосовані модульні тришарові теплоізоляційні панелі, що з'єднуються між собою за типом шип-паз.

Конструкцію **візкового швидкоморозильного апарату з поздовжнім рухом повітря** зображено на рис. 3.7.

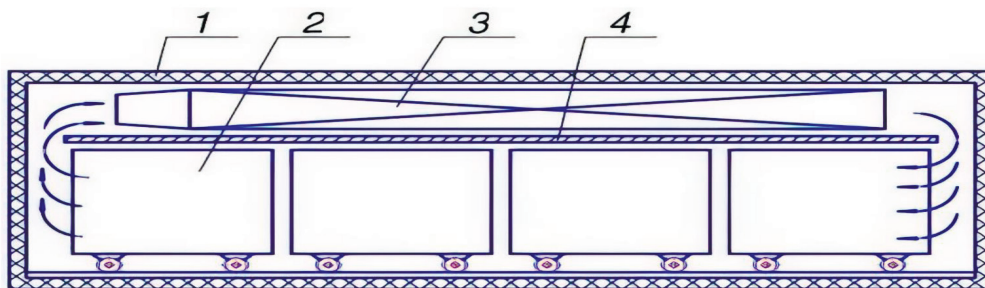


Рис. 3.7. Візковий швидкоморозильний апарат з поздовжнім рухом повітря:

1 – теплоізолюваний контур; 2 – візок із продуктом;
3 – повітроохолоджувач з вентилятором; 4 – перегородка (хвибна стеля)



Конструкція та принцип роботи візкового швидко-
морозильного апарату з поздовжнім рухом повітря
тупикового типу

Швидкоморозильний візковий апарат тунельного типу АСМТ (рис. 3.8) складається з теплоізолюваного контуру (камери), випарників, вентилятора повітроохолоджувача і візків. У цьому апараті застосовується поперечний рух повітря.

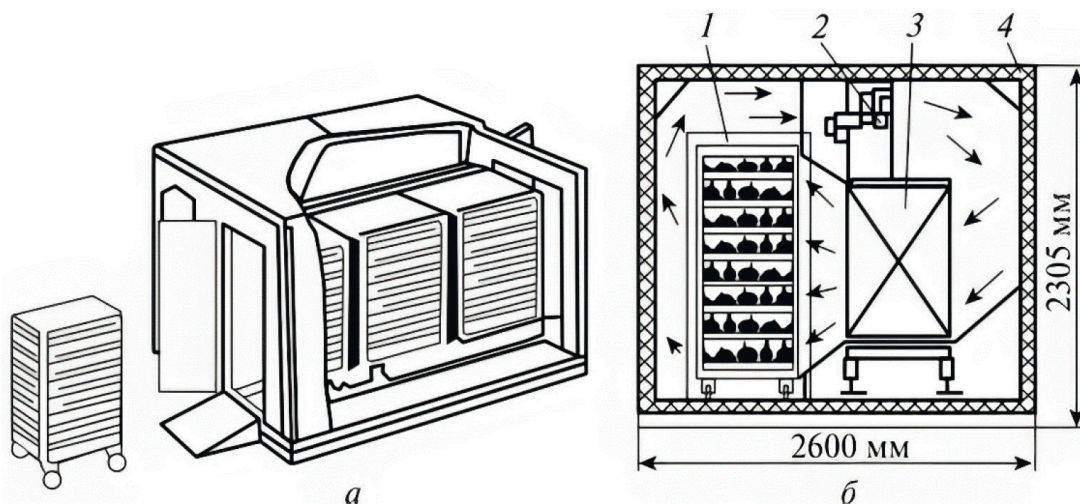


Рис. 3.8. Швидкоморозильний апарат з ручним та механізованим переміщенням візків типу АСМТ та поперечним рухом повітря:

1 – візок; 2 – вентилятор; 3 – повітроохолоджувач; 4 – теплоізолюваний контур
а – загальний вигляд; б – схема

Тривалість заморожування продукту до -18°C в швидкоморозильних апаратах типу АСМТ (за початкової температури $+20^{\circ}\text{C}$) становить 3,5–4,0 год. Кількість візків (від 3 до 6) залежить від довжини камери (2600, 3800, 4400 і 5600 мм).

Швидкоморозильні апарати працюють за циклічним принципом – робочий цикл заморожування чергується з підготовчим, під час якого в труби повітроохолоджувача насосом подається гаряча вода для зняття з них снігової шуби. Отримана при цьому вода надходить у спеціальний піддон.

Швидкоморозильні апарати візкового типу конструктивно майже не відрізняються від збірних низькотемпературних камер. Найістотношою відмінністю є використання потужніших холодильних систем, що мають, як правило, автономний холодильний агрегат.

Такий агрегат працює тільки на аміаку.

Недоліки:

- ✓ періодичність роботи;
- ✓ можлива відсутність кришок на деяких типах лотків (ящиків) призводить до підвищеної усушки; значні витрати ручної праці під час вантажно-розвантажувальних робіт.

Переваги:

- ✓ відносна універсальність по продукту, що заморожується;
- ✓ простота конструкції;
- ✓ надійність конструкції.

Модульний візковий швидкоморозильний тунельний апарат (рис. 3.9) складається з декількох однакових блок-модулів (від 3-х штук). Кожен блок-модуль є автономним і може мати свої температурні режими роботи.



Це дозволяє проводити трizonальне заморожування продукту:

- перша зона – охолодження продукту до температури, близької до криоскопічної;
- друга зона – заморожування продукту;
- третя зона – доведення до заданої технологічної температури.



а



б

Рис. 3.9. Модульний візковий швидкоморозильний тунельний апарат:

а – загальний вигляд апарата, поруч розташовані візки;

б – вид апарата зсередини, без візків, видно рейки

Зональне заморожування дозволяє в попередньо охолодженому до криоскопічної температури продуктів оптимально швидко отримати кристали льоду мінімального розміру, щоб не порушити міжклітинний зв'язок. Це істотно впливає на якість продукту, що заморожується.

Тунелі можуть використовуватися для заморожування м'ясопродуктів, птиці, риби та морепродуктів, напівфабрикатів (пельменів, вареників, фаршированого перцю, голубців тощо), овочів, фруктів, ягід, грибів.

Експериментальним шляхом встановлено, що час заморожування кожного одиничного продукту становить від 40 до 80 хвилин, за зниження температури в продукті від $+20 - +25^{\circ}\text{C}$ на вході й до $-10 - -18^{\circ}\text{C}$ на виході.

3.2.2. Конвеєрні морозильні апарати

Повітряні апарати з безперервним конвеєром різного типу (стрічковий горизонтальний, ланцюговий, спіральний) найпоширеніші, тому що дозволяють заморожувати продукти різної форми, в упаковці й без неї, безупинно та в автоматичному режимі.

Залежно від способу заморожування продукту, виду та розміру продукту, типу приводу конвеєра морозильні апарати поділяють на апарати з ланцюговим конвеєром для заморожування продуктів в блоках (формах); апарати з одним або декількома стрічковими горизонтальними конвеєрами, апарати зі спіральним конвеєром та гравітаційні.

Конвеєрні морозильні апарати використовують для промислової шокової заморозки напівфабрикатів з м'яса, риби, тіста. Конвеєрні морозильні апарати складаються з двох відсіків: вантажного і відсіку повітроохолоджувачів. Останній розташовують таким чином, щоб забезпечити ефективне охолодження продукту, який переміщується конвеєром.

Морозильний апарат з ланцюговим конвеєром. Для заморожування продуктів застосовують ланцюгові конвеєри, що для скорочення довжини апарата виконують зигзагоподібними. Схему будови апарата з таким конвеєром зображено на рис. 3.10.

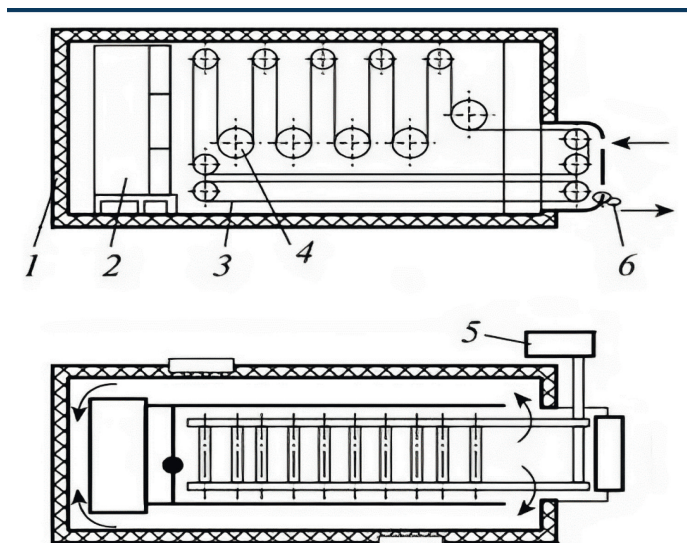


Рис. 3.10. Схема морозильного апарата із зигзагоподібним конвеєром:

1 – теплоізований контур; 2 – повітроохолоджувач; 3 – транспортер;
4 – конвеєр; 5 – привід; 6 – лоток

Стрілками зазначено вхід та вихід продукту

У форми, шарнірно підвішені до конвеєра, укладають продукти, що заморожуються. За багаторазової зміни напрямку руху ланцюга форма залишається весь час у горизонтальному положенні.

Зворотна ланка ланцюга подає вільні форми до місця їхнього завантаження новою порцією продуктів. У таких апаратах часто застосовують поперечний рух повітря.

Морозильні апарати зі стрічковим конвеєром і поздовжнім рухом повітря зазвичай застосовують для заморожування фасованих продуктів. Апарат (рис. 3.11) складається з конвеєра, повітроохолоджувача, відцентрового вентилятора, приводів конвеєра й вентилятора.

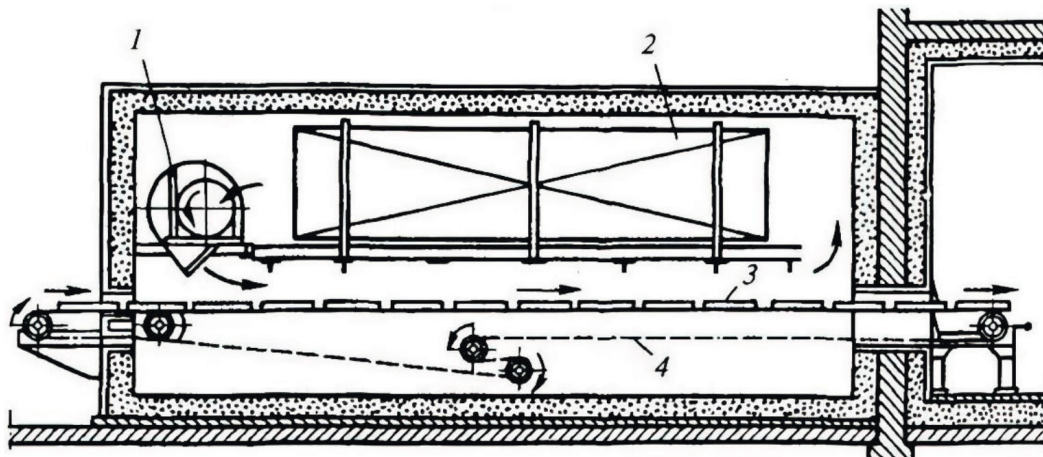


Рис. 3.11. Схема морозильного апарата зі стрічковим конвеєром і поздовжнім рухом повітря:

1 – відцентровий вентилятор; 2 – повітроохолоджувач; 3 – упакований продукт;
4 – стрічковий конвеєр

Упаковані продукти вкладаються вручну на стрічку конвеєра, а потім через вікно завантаження надходять у вантажний відсік апарата. Безупинно переміщаючись на конвеєрі, упакований продукт обдувається холодним повітрям за допомогою відцентрового вентилятора. Заморожений продукт через вікно розвантаження, сполучене з вантажним прорізом камери, попадає в неї для тривалого зберігання. Повітря охолоджується в повітроохолоджувачі, виконаному з труб із перемінним кроком оребрення й розташованому над вантажним відсіком апарата. Тала вода, що утворюється під час відтаювання секцій, збирається в піддон, що обігрівається, який розташований безпосередньо під повітроохолоджувачем.

Морозильні апарати із сітчастим конвеєром і поперечним рухом повітря зазвичай застосовуються для заморожування упакованих продуктів.

Апарат із сітчастим конвеєром і поперечним рухом повітря (рис. 3.12) складається з конвеєра, двосекційного повітроохолоджувача, вентиляторної установки, скомпонованої на базі відцентрових вентиляторів, приводів конвеєра й вентиляторів.

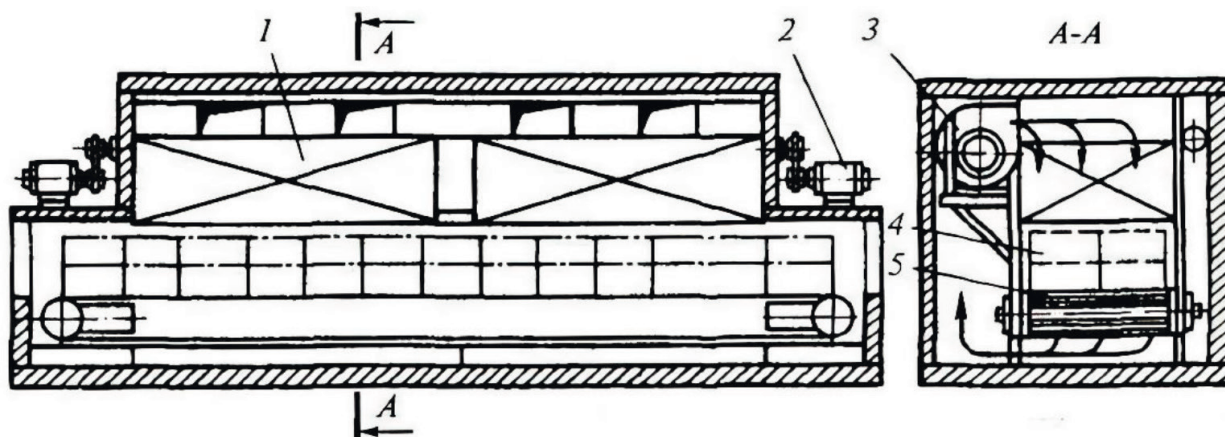


Рис. 3.12. Схема морозильного апарата із сітчастим конвеєром і поперечним рухом повітря:

1 – повітроохолоджувач; 2 – привід вентиляторів;
3 – відцентровий вентилятор; 4 – продукт; 5 – сітчастий конвеєр

Продукт, що знаходиться в тарі, із завантажувального стола через вікно спеціальними штовхачами передається на стрічку сітчастого конвеєра, рух якого у вантажному відсіку апарата кроковий (переривчастий). Керування рухом конвеєра, завантажувального стола і штовхальників здійснює реле часу, налагодження якого залежить від виду продукту, що заморожується. По-спідовно, проходячи шлях від вікна завантаження до вікна вивантаження, продукт обдувається холодним повітрям, заморожується і зі стрічки сітчастого конвеєра через вікно передається на розвантажувальний транспортер.

Повітроохолоджувачі, що виконані з оребрених труб, розташовані під вантажним відсіком. Для відтаювання повітроохолоджувачів конвеєр із вантажного відсіку апарата має бути знятий через знімну торцеву стінку. У цьому випадку переміщення конвеєра разом із приводом здійснюється на спеціальних роликах. Зважаючи на те, що продукт заморожується упакованим, усушка невелика. Для відтаювання апарат зупиняють не частіше одного разу на тиждень.

Недоліки:

- ✓ складність відтавання;
- ✓ значний аеродинамічний опір циркуляційного кола, що вимагає застосування відцентрових вентиляторів і підвищених енергетичних витрат на їхній привід.

Переваги:

- ✓ простота апарата, в якому механізовані й автоматизовані технологічні процеси.

Складність відтаювання морозильних апаратів може бути усунена під час розташування охолоджуючих секцій під вентиляторами, як зображено на рис. 3.13.

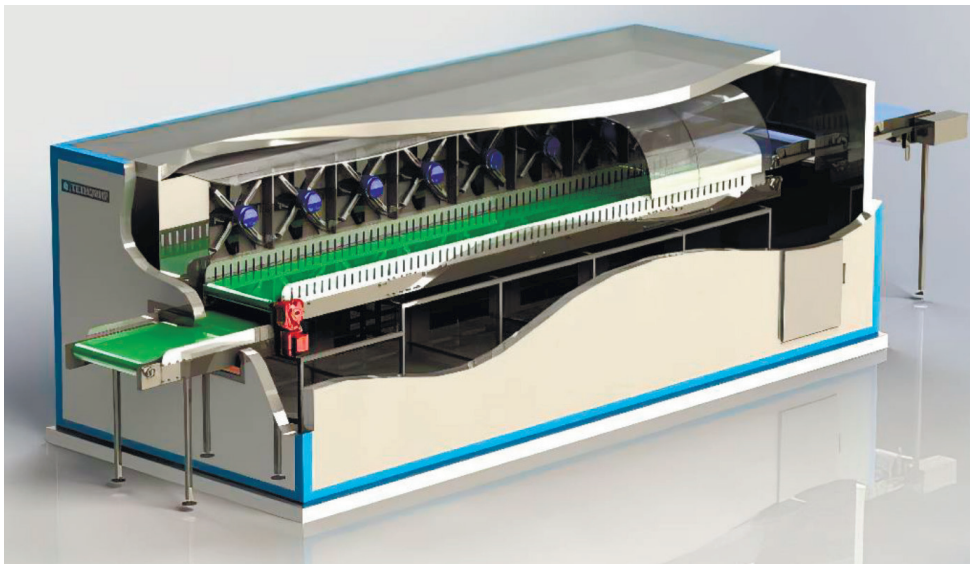


Рис. 3.13. Конструкція морозильного апарата із сітчастим конвеєром і поперечним рухом повітря

Морозильні апарати із декількома горизонтальними конвеєрами і поперечним рухом повітря. Конвеєр апарата є продовженням технологічного конвеєра, що виключає проміжне перевантаження продукту.

Морозильний апарат (рис. 3.14), складається з трьох сітчастих конвеєрів із індивідуальним приводом, вентиляторів і оребрених повітроохолоджувачів.

Продукти, що підлягають заморожуванню, стрічкою сітчастого конвеєра направляються через вікно завантаження у вантажний відсік апарата. Якщо продукт, що надходить на холодильну обробку, має високу початкову температуру і потребує попередньої холодильної обробки, то в апараті передбачають зону попереднього охолодження.

Верхнім конвеєром продукт, що обдувається холодним повітрям, транспортується вздовж вантажного відсіку. Рух повітря у відсіку спрямовано зверху донизу. Наприкінці відсіку підморожений продукт із верхньої стрічки конвеєра спеціальним жолобом, виконаним із нержавіючої сталі, передається на стрічку середнього конвеєра, що переміщає продукт у напрямку вікна завантаження. На нижньому конвеєрі продукт остаточно заморожується й видаляється з апарата через вікно розвантаження, що знаходиться в торцевій стіні апарата напроти вікна завантаження, що забезпечує надійність руху продукту в апараті. Кожний із конвеєрів має індивідуальний привід, тому швидкість руху стрічки може регулюватися в широкому діапазоні, забезпечуючи заморожування продуктів різної товщини.

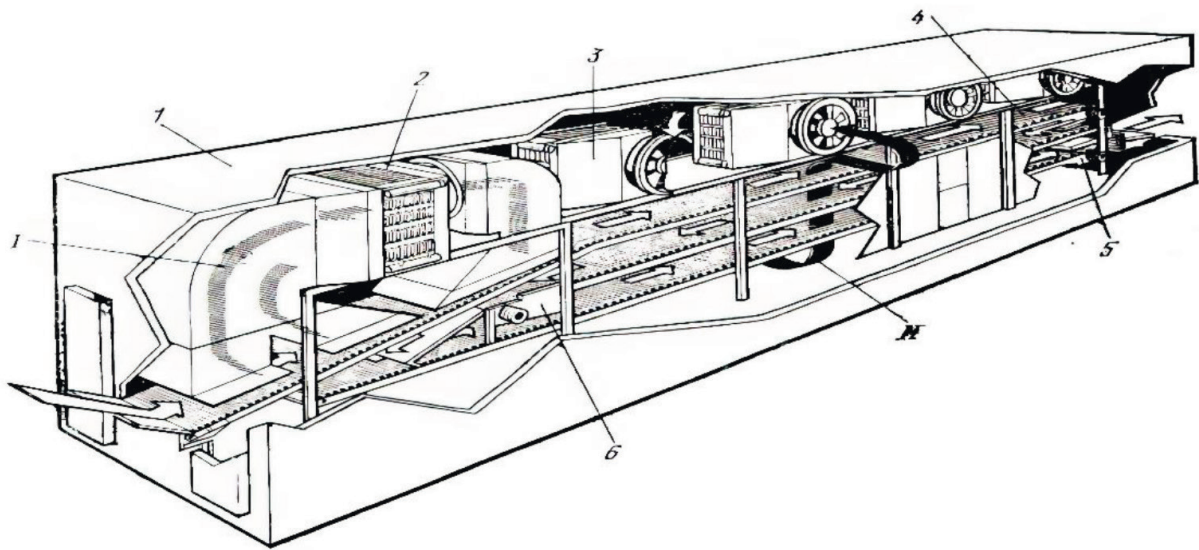


Рис. 3.14. Морозильний апарат з трьома горизонтальними конвеєрами для заморожування готових блюд на стрічці конвеєра:

1 – теплоізолюваний контур; 2 – повітроохолоджувач поздовжнього циркуляційного контуру I; 3 – повітроохолоджувач поперечного циркуляційного контуру II; 4 – верхній конвеєр; 5 – нижній конвеєр; 6 – середній конвеєр

Повітроохолоджувачі, розташовані уздовж конвеєрів, забезпечують поперечний рух повітря. Причому більш холодне повітря направляється на нижній конвеєр, де розташовується продукт із найнижчою температурою, і потім, проходячи через інші, засмоктується вентилятором. В апараті передбачені два циркуляційних повітряних контури: поздовжній у зоні завантаження продукту та поперечний в іншому обсязі апарата. Перший контур забезпечує швидке охолодження продукту, що необхідно в разі надходження продукту з високою температурою поверхневого шару, наприклад обсмаженого. Крім того, він перешкоджає проникненню теплого повітря через завантажувальне вікно.

Недоліки:

✓ надходження тепла й вологи через вікна завантаження та вивантаження.

Переваги:

✓ компактність, гігієнічність, надійність у роботі, зручність і простота експлуатації.

3.2.3. Основи розрахунку конвеєрних апаратів

Якщо задані продуктивність апарата, вид продукту й розміри блока, що заморожується, тривалість заморожування, середня температура повітря, початкова і кінцева температури продукту, напрямок і швидкість руху повітря в апаратах, то під час розрахунку конвеєрних морозильних апаратів необхідно визначити об'єм і масу блока, що заморожується; місткість апарата та кількість блоків у ньому; довжину ланцюга і швидкість руху вантажного конвеєра апарата; кількість гілок конвеєра апарата; кількість повітря, що рухається; теплове навантаження; необхідну площу поверхні повітроохолоджувача.

Оскільки в конвеєрних морозильних апаратах продукти зазвичай заморожують у блок-формах, об'єм блока, який заморожується $V_{\text{бл}}$, у кубічних метрах, обчислюють за формулою:

$V_{\text{бл}} = l_{\text{бл}} \cdot b_{\text{бл}} \cdot \delta_{\text{бл}},$		(3.7)
де	$l_{\text{бл}}, b_{\text{бл}}, \delta_{\text{бл}}$ – відповідно довжина, ширина та товщина блока, м.	

Маса блока g_1 , у кілограмах, обчислюють за формулою:

$g_1 = V_{\text{бл}} \cdot \rho_{\text{бл}},$		(3.8)
де	$V_{\text{бл}}$ – об'єм блока, м^3 ; $\rho_{\text{бл}}$ – щільність продукту, що заморожується, $\text{кг}/\text{м}^3$.	

Місткість апарата, тобто масу продукту G , у кілограмах, яка знаходиться на конвеєрі апарата, обчислюють за формулою:

$G = G' \cdot \tau,$		(3.9)
де	G' – продуктивність апарата, $\text{кг}/\text{год}$; τ – тривалість заморожування, год.	

Кількість блоків в апараті $z_{\text{бл}}$, у штуках, обчислюють за формулою:

$z_{\text{бл}} = \frac{G}{g_1},$		(3.10)
де	G – місткість апарата, маса продукту, яка знаходиться на конвеєрі, кг ; g_1 – маса одного блока, кг .	

Довжину ланцюга вантажного конвеєра апарата L_{λ} , у метрах, обчислюють за формулою:

$L_{\lambda} = b_{\phi} \cdot z_{\text{бл}},$		(3.11)
де	b_{ϕ} – відстань між осями блок-форм, м; $z_{\text{бл}}$ – кількість блоків в апараті, шт.	

Швидкість руху вантажного конвеєра ω_{κ} , у метрах за секунду, обчислюють за формулою:

$\omega_{\kappa} = \frac{L_{\lambda}}{\tau},$		(3.12)
де	L_{λ} – довжина ланцюга вантажного конвеєра апарата, м; τ – тривалість заморожування, с.	

Кількість гілок конвеєра z_{Γ} , у штуках, обчислюють за формулою:

$z_{\Gamma} = \frac{L_{\lambda}}{L_{\kappa}},$		(3.13)
де	L_{λ} – довжина ланцюга вантажного конвеєра апарата, м; L_{κ} – довжина гілок конвеєра, м.	

ДО УВАГИ!

З конструктивних міркувань L_{κ} приймається рівною 5–8 м для того, щоб апарати могли розміщуватись у холодильниках з сіткою колон 6×6 м і 6×12 м. Якщо передбачено завантаження апарата продуктом та вивантаження заморожених блоків із апарата з торцевої стіни, то кількість гілок має бути парним.

Теплове навантаження на обладнання Q_0 , у Ваттах, обчислюють за формулою:

$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_{\text{ст}} + Q_{\phi} + Q_4,$		(3.14)
де	Q_1 – теплонадходження через огорожуючі конструкції, Вт; Q_2 – теплонадходження від продукту, що заморожується, Вт; $Q_{\text{ст}}$ – теплове навантаження від сталевих деталей конвеєра, Вт; Q_{ϕ} – теплове навантаження від блок-форм, Вт; Q_4 – експлуатаційні теплонадходження, Вт.	

Теплове навантаження на обладнання від сталевих деталей конвеєра $Q_{ст}$, у Ваттах, обчислюють за формулою:

$Q_{ст} = m_{ст} \cdot c_{ст} \cdot \omega_k \cdot (t_1 - t_2) ,$		(3.15)
де	$m_{ст}$ – маса 1 м вантажного конвеєра, кг; $c_{ст}$ – питома теплоємність сталі, Дж/(кг·К); ω_k – швидкість руху вантажного конвеєра, м/с; t_1 – температура сталевих елементів вантажного конвеєра, нагрітих поза вантажним відсіком, °С; t_2 – температура сталевих елементів вантажного конвеєра після їх охолодження у вантажному відсіку апарата, °С.	

Теплове навантаження на обладнання від блок-форм $Q_{ф}$, у Ваттах, обчислюють за формулою:

$Q_{ф} = m_{ф} \cdot c_{ф} \cdot \omega_k \cdot (t_1 - t_2) ,$		(3.16)
де	$m_{ф}$ – маса блок-форм на 1 м вантажного конвеєра, кг; $c_{ф}$ – питома теплоємність матеріалу блок-форм, Дж/(кг·К); ω_k – швидкість руху вантажного конвеєра, м/с; t_1 – температура блок-форм, нагрітих поза вантажним відсіком, °С; t_2 – температура блок-форм після їх охолодження у вантажному відсіку апарата, °С.	

Необхідну площу теплообмінної поверхні повітроохолоджувачів обчислюють за формулою (3.16).

3.2.4. Спіральні швидкоморозильні апарати

Велику популярність серед конвеєрних апаратів мають спіральні швидкоморозильні апарати, які призначені для швидкої заморозки (6–90 хв), поштучної і дрібно фасованої м'ясної, рибної продукції, філе, упакованих і не упакованих продуктів, кулінарних напівфабрикатів і морепродуктів. Ідеально підходять для роботи в цехах глибокої переробки продукції, на кулінарних виробництвах і розраховані на роботу як один з вузлів автоматизованої технологічної лінії. Регулювання швидкості руху конвеєра і повітряного потоку дозволяє встановити оптимальний час заморожування для кожного виду продукту. Завдяки своїй конструкції спіральний морозильний апарат надзвичайно зручний в експлуатації та обслуговуванні.



Рис. 3.15. Зовнішній вигляд змонтованої стрічки конвеєра спірального швидкоморозильного апарату

Особливістю морозильних апаратів зі спіральним конвеєром є те, що для зменшення габаритних розмірів конвеєр у вантажному відсіку виконується не у вигляді прямолінійних ділянок, а має складну просторову конфігурацію, що дозволяє найбільш повно використовувати виробничі площі. У разі використання таких конвеєрів не потрібно спеціальних пристроїв, що передають продукт чи блок-форми з одного ярусу на іншій. Продуктивність таких апаратів від 200 до 2000 кг/год.



Спіральні апарати – це різновид конвеєрних морозильних апаратів, в яких довга безперервна конвеєрна стрічка розташовується по спіралі ярусами (до 50 штук) у висоту.

Вигляд спірального конвеєра швидкоморозильного апарату зображено на рис. 3.15. Стрічка конвеєра по краях має спеціальні ланки, що з'єднані між собою круглими стрижнями. Отвори в ланках виконані так, що стрічка може стискатися і розтягуватися. Стрічку можна навивати на барабан. Характерною рисою такої стрічки є і те, що продукт залишається зафіксованим на ній під час руху в апараті.

Розташування продуктів на стрічці конвеєра зображено на рис. 3.16.



Рис. 3.16. Розташування м'ясних напівфабрикатів на полімерній стрічці конвеєра спірального морозильного апарата

Спіральний апарат (рис. 3.17) складається з теплоізолюваного контуру із сандвіч-панелей, повітроохолоджувача, вентиляторів, стрічки, барабана.

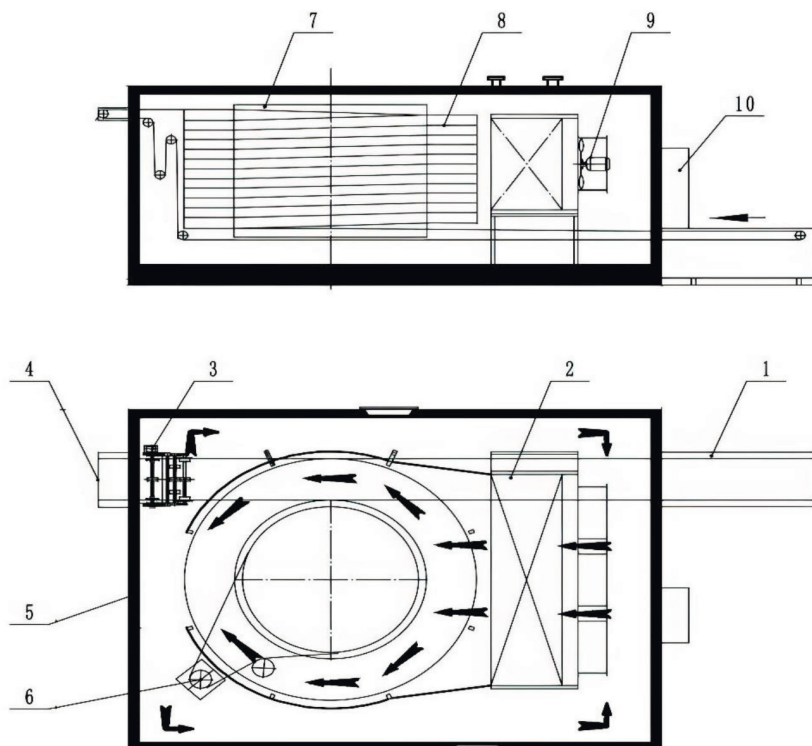


Рис. 3.17. Схема одностірального морозильного апарата:

- 1 – вікно завантаження; 2 – повітроохолоджувач; 3 – натяжний пристрій;
- 4 – вікно розвантаження; 5 – теплоізолюваний контур; 6 – привід барабана конвеєра;
- 7 – барабан; 8 – сітчастий конвеєр; 9 – вентилятор повітроохолоджувача;
- 10 – електрична панель керування

Продукт на стрічці конвеєра поступає в морозильний апарат через вікно завантаження. Стрічка конвеєра ярусами по напрямним навивається на барабан. Барабан приводиться в рух електричним чи гідравлічним приводом. Такий привід виключає необхідність застосування проміжних валів, підшипників і передач. Обертання барабана регулюють, змінюючи кількість рідини, що подається в гідравлічний привід чи перетворюючи частоту струму. Швидкість руху стрічкового конвеєра задається такою, щоб продукт за час переміщення його в апараті був заморожений.

Охолоджене в повітроохолоджувачі повітря подається осьовими вентиляторами повітроохолоджувача між ярусами, через сітку стрічки конвеєра та заморожує продукт. Оскільки повітря в апараті послідовно проходить через яруси й поступово насичується вологою, це сприяє зменшенню усушки продуктів, що заморожуються. Заморожений продукт виходить з апарату через вікно вивантаження.

Перед вікном вивантаження встановлюється натяжний пристрій, що компенсує зміну довжини стрічки конвеєра. Стрічка змінює лінійні розміри внаслідок зміни температури та зносу.

Морозильний апарат може мати в своєму складі фреонову низькотемпературну холодильну установку на базі поршневих (гвинтових) компресорів, або підключатись до аміачної холодильної установки.

Напрями руху повітря та продукту в апараті зображено на рис. 3.18.

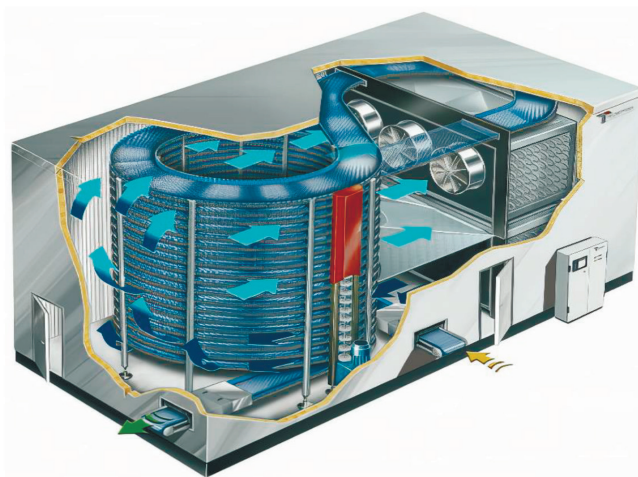


Рис. 3.18. Напрями руху повітря та продукту в спіральному апараті:

*синіми стрілками вказаний рух повітря;
жовтою стрілкою – вхід продуктів в апарат на стрічці конвеєра;
зеленою стрілкою – вихід продуктів з апарата на стрічці конвеєра*



Напрями руху повітря та продукту в спіральному апараті

Цей тип апаратів може бути односпіральним та двоспіральним. У двоспіральних апаратів стрічка конвеєра навивається ярусами на барабан першої спіралі, з верхнього ярусу першої спіралі переходить на верхній ярус другої спіралі, навивається на барабан другої спіралі та опускається донизу. Схему розташування барабанів зі стрічкою в двоспіральних морозильних апаратах зображено на рис. 3.19.

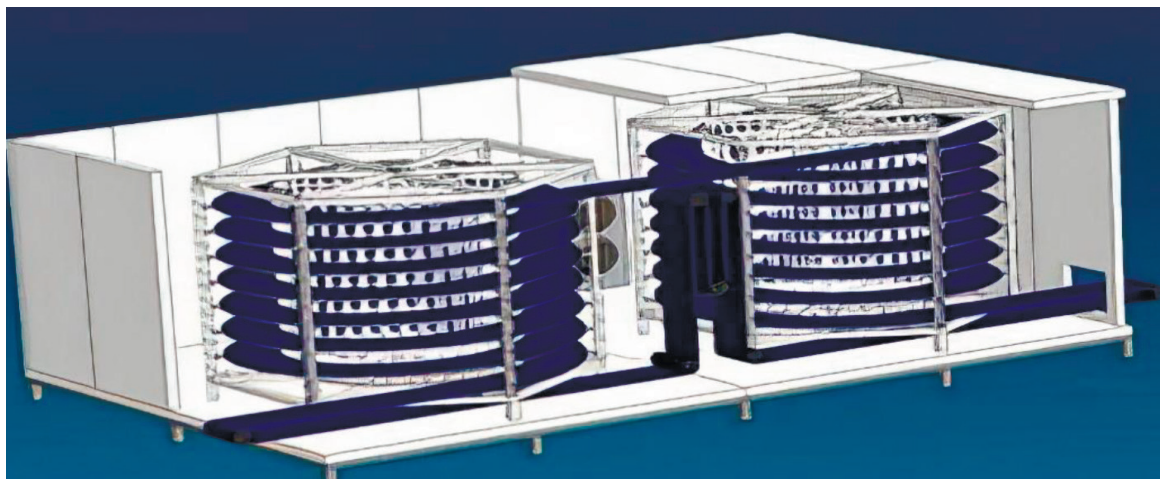


Рис. 3.19. Схема розташування барабанів зі стрічкою в двоспіральних морозильних апаратах



Конструкція та принцип роботи односпірального морозильного апарата

Недоліки:

- ✓ висока вартість стрічки конвеєра;
- ✓ апарат великої продуктивності має значну висоту.

Переваги:

- ✓ зручність вбудовування в технологічну лінію;
- ✓ безперервність дії;
- ✓ інтенсивність холодильної обробки, мала усушка, можливість одночасного заморожування продуктів різних видів, з подальшим поділом на виході з конвеєра;
- ✓ автоматизоване очищення стрічки;
- ✓ максимальна гігієнічність.

3.2.5. Гравітаційні морозильні апарати

У *гравітаційних морозильних апаратах* (рис. 3.20) харчовий продукт з однієї полиці конвеєра на іншу передається під дією сили гравітації.

У верхній частині теплоізоляційної камери знаходиться вантажний відсік і вентилятор з приводом від електродвигуна. У нижній частині розміщені охолоджуючі батареї. По напрямних полицях переміщуються каретки, на кожній з яких розміщуються дві блок-форми з продуктами. За цей час продукти заморожуються в результаті теплообміну з холодним повітрям, рух якого через вантажний відсік і охолоджуючі батареї по замкнутому контуру вздовж апарата створює вентилятор. Вентиляційна установка складається з вентилятора і електродвигуна потужністю 17 кВт, частотою обертання 16 об/с (960 об/хв). Загальна площа поверхні батарей 1000 м², батареї відтаюються гарячими парами аміаку. Вони виготовлені із труб з навитими ребрами (три секції з кроком ребер 30 мм, п'ять секцій з кроком 20 мм і чотирнадцять – з кроком 13,5 мм).

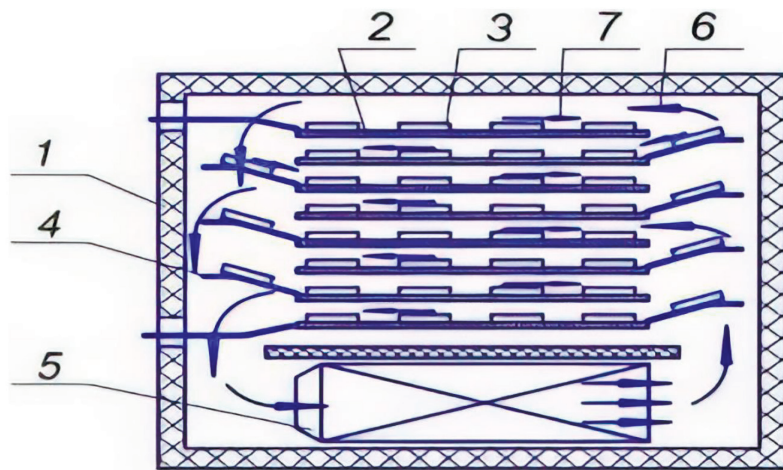


Рис. 3.20. Спрощена схема гравітаційного морозильного апарата:

- 1 – теплоізований контур; 2 – полиця конвеєра; 3 – блок-форма з продуктом;
4 – каретка для переміщення блок-форми з верхньої полиці конвеєра на нижню;
5 – повітроохолоджувач з вентилятором; 6, 7 – напрям руху повітряного потоку та блок-форм

Для заморожування м'яса та інших харчових продуктів у блок-формах широко використовуються *гравітаційний конвеєрний морозильний апарат ГКА-4* (рис. 3.21, 3.22).

Під час роботи апарата дві блок-форми з продуктами рухаються з верхньої платформи, що входить у склад вузла входу, на каретку, яка знаходиться на платформі стола, який піднімається за допомогою гвинтів. У верхньому положенні стіл відкриває верхню заслінку і вводить каретку з блок-формами в апарат на верхні напрямні. Каретки проходять зигзагоподібний шлях з верхньої частини донизу по всіх напрямних за допомогою двох передніх і двох задніх шкребків. Під час руху стола донизу з нижньої полиці на платформу виводиться каретка з блок-формами, відкривається нижня заслінка і каретка виштовхується вузлом виводу з нижніх напрямних апарата на платформу стола. Під час наступного руху стола вниз блок-форми з замороженими продуктами затримуються на похилому нерухомому пюпітрі і зісковзують на нижню платформу вузла входу, розташованого в тамбурі камери апарата. Порожня каретка залишається на платформі стола і піднімається для наступного завантаження.

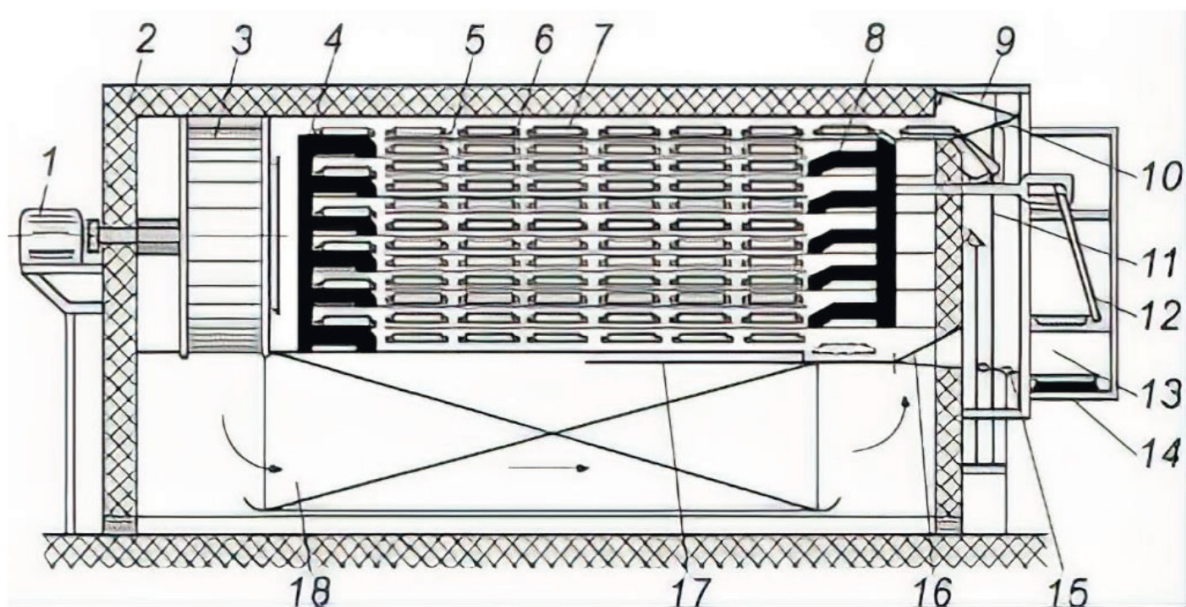


Рис. 3.21. Схема швидкоморозильного апарата ГКА-4:

1 – електродвигун; 2 – термоізолювана камера; 3 – вентилятор; 4 – задні гребінки;
 5 – напрямні полиці; 6 – каретки; 7 – блок-форма; 8 – передні гребінки; 9 – заслінка; 10 – стіл;
 11 – піднімальний гвинт; 12 – важільний вузол; 13 – тамбур; 14 – приймальний пристрій;
 15 – рухомий пюпітр; 16 – заслінка; 17 – важіль; 18 – охолоджувальні батареї

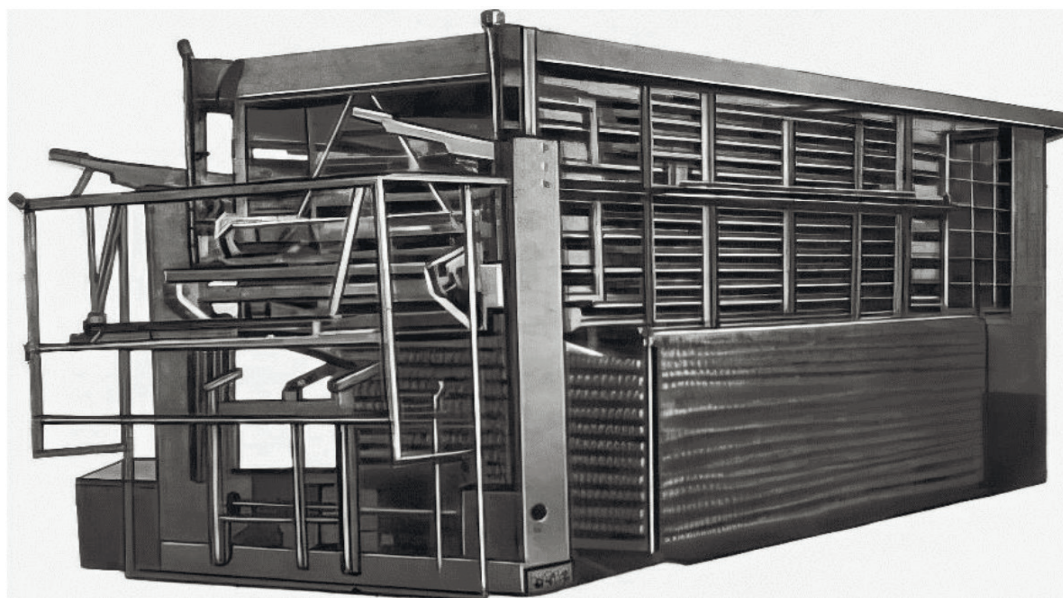


Рис. 3.22. Зовнішній вигляд швидкоморозильного апарата ГКА-4

Рух передніх і задніх шкребків змінний: коли стіл піднімається, рухаються передні шкребки, коли опускається – задні (зі сторони вентилятора). Передні шкребки переміщують крайні каретки з парних напрямних на непарні і просувають по них каретки назад. Задні шкребки переміщують крайні каретки з непарних напрямних на парні і просувають по них каретки вперед. Коли передні шкребки рухаються вперед, тяга повертає важіль і дві блок-форми рухаються в порожню каретку, яка стоїть на столі, що має підніматися. Вхід блок-форм в каретку починається, коли вони ще знаходяться нижче верхньої платформи, і закінчуються, коли каретка розташовується на ній. Блок-форми з продуктом, що йдуть на заморожування, подаються до вузла входу верхньою гілкою стрічкового транспортера, а блок-форми з замороженим продуктом – нижньою.

Недоліки:

✓ великі розміри апарата ГКА; механізм конвеєра працює у складних температурно-вологісних умовах; під час відтаювання температура в апараті підвищується і деталі покриваються вологою; під час включення апарата температура повітря в ньому знижується до -40°C і волога замерзає, що ускладнює роботу конвеєра.

Переваги:

✓ гравітаційні апарати більш економічні з погляду питомих витрат металу і електроенергії у порівнянні з конвеєрними, тому що в них відсутні тягові ланцюги, напрямні зірочки і натяжні механізми.

3.2.6. Флюїдизаційні морозильні апарати



Флюїдизація – заморожування продукту, що знаходиться у зваженому стані у висхідному потоці повітря.

У зваженому стані заморожують лише дрібноштучні продукти або продукти, нарізані на дрібні шматочки: зелений горошок, кубики моркви, скибочки яблука, полуницю, малину, смородину, гриби та ін. Таке заморожування здійснюється за допомогою морозильних флюїдизаційних апаратів, в яких продукти заморожуються досить швидко, без пошкоджень або утворення грудок, з мінімальною втратою маси. Це дозволяє отримати дійсно окремо заморожені продукти найвищої якості.

Флюїдизаційні швидкоморозильні апарати виконуються у вигляді тунелів. Прохідний швидкоморозильний тунель дає можливість досягнення повної флюїдизації. Спрямований вертикально вгору потік холодного повітря піднімає і транспортує продукт через тунель.

Флюїдизаційні морозильні апарати бувають малої, середньої та великої продуктивності.

Розглянемо принцип флюїдизаційного способу заморожування на прикладі апарата малої продуктивності (рис. 3.23).

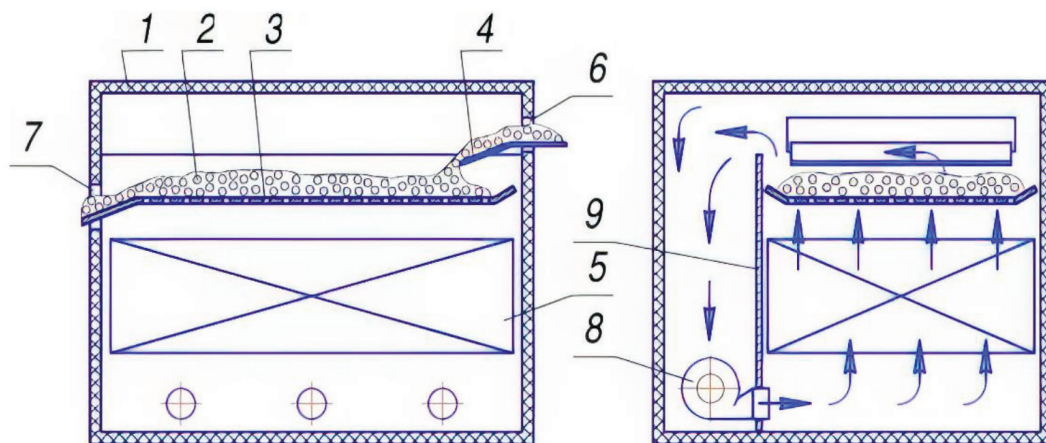


Рис. 3.23. Схема флюїдизаційного апарата малої продуктивності:

- 1 – теплоізований контур; 2 – продукт; 3 – піддон із перфорованим дном;
 4 – вібраційні ґрати; 5 – повітроохолоджувач; 6 – вікно завантаження;
 7 – вікно вивантаження; 8 – відцентровий вентилятор; 9 – перегородка

Флюїдизаційний морозильний апарат малої продуктивності складається з ізованого контуру, охолоджувача повітря, над яким розташований піддон з перфорованим дном, вібраційної решітки і відцентрових вентиляторів.

З технологічного цеху продукт транспортером через вікно подається до завантажувального пристрою апарата, який обладнаний вібраційними ґратами для підсушування продукту. Підсушування запобігає примерзанню продукту до піддону з перфорованим дном. Потрапляючи на піддон, продукт знизу обдувається холодним повітрям і у зваженому стані швидко заморожується. Утворена крижана скоринка на продукті скорочує усихання. З апарата заморожений продукт видаляється через розвантажувальне вікно і направляється для фасування та пакування.

Рух повітря в апараті здійснюється відцентровими вентиляторами. Повітря нагнітається вентиляторами у вантажний відсік, звідки воно прямує в повітроохолоджувач, де охолоджується і осушується. З повітроохолоджувачів повітря прямує до піддону з перфорованим дном.

Недоліки:

✓ необхідність періодичних зупинок для видалення снігової шуби з поверхні повітроохолоджувача.

Переваги:

- ✓ швидко заморожується дрібноштучний продукт;
- ✓ апарат простий у експлуатації та надійний у роботі.

Флюїдизаційний апарат із сітчастими конвеєрами (рис. 3.24).

У стандартному виконанні флюїдизаційний апарат обладнаний двома сітчастими транспортерами: на першому конвеєрі відбувається флюїдизація, результатом якої є продукція, готова до остаточного доморожування до заданої температури на другому

конвеєрі. Проходячи через отвори сітчастої стрічки конвеєра, потужний потік холодного повітря піднімає частинки продукту, утримуючи їх у зваженому стані.

Стрічки виконані з кислотостійкої сталі, обладнані окремими приводними вузлами, встановленими зовні ізольованого корпусу. Регулювання швидкості стрічки – безступеневе, з широким діапазоном швидкостей.

Мийка та сушка першої конвеєрної стрічки може проводитися постійно або періодично під час процесу заморожування за допомогою водяної пари. Мийка другої конвеєрної стрічки проводиться під час відтаювання тунелю.

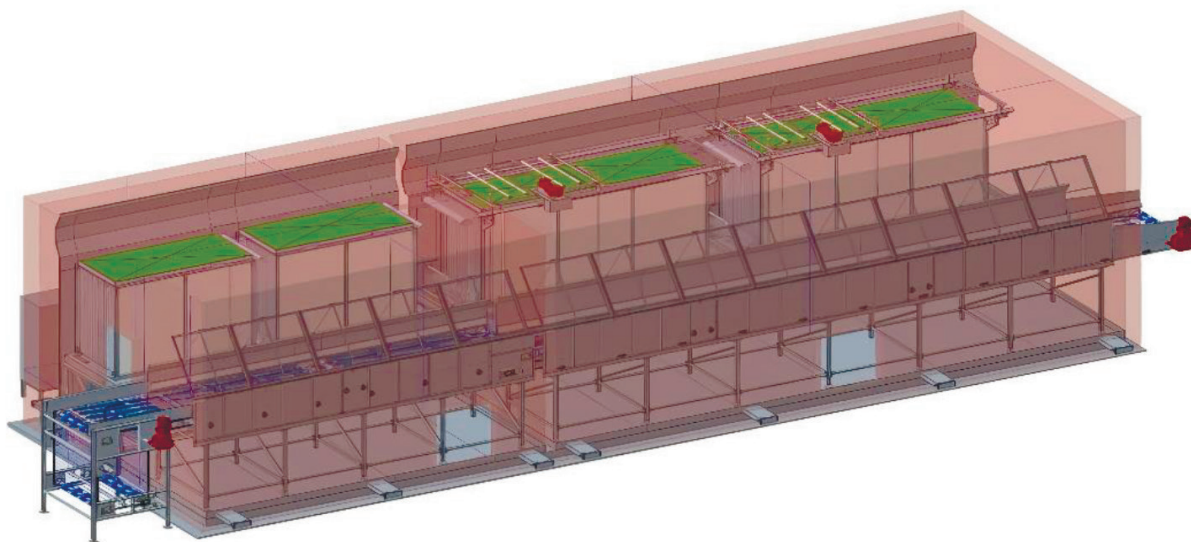


Рис. 3.24. Флюїдизаційний апарат із сітчастими конвеєрами



Демонстрація роботи флюїдизаційного апарата
із сітчастими конвеєрами

Подачу повітря забезпечують осьові вентилятори, встановлені під випарниками. Кількість повітря можна регулювати дросельними заслінками, встановленими за нагнітальною стороною вентиляторів.

Ізольований корпус тунелю виготовлений з теплоізоляційних сендвіч-панелей з поліуретановим наповненням. У корпусі передбачені двері для доступу до всіх частин тунелю. Зовнішній майданчик полегшує обслуговування і спостереження за процесом заморожування.

Тунель виходить на робочий режим упродовж 20–25 хвилин від моменту його включення. Видалення інею триває 30–35 хвилин і здійснюється за допомогою гарячої пари холодоагенту і води. Центральним вузлом управління тунелем є шафа управління з трифазним живленням 380 В. Шафа управління забезпечена запобіжним і сигналізаційним обладнанням, що контролює роботу окремих агрегатів, а також інформує про їхній аварійний стан. Для безпеки тунель всередині і зовні обладнаний декількома аварійними вимикачами. Тунель не вимагає під час

роботи додаткового обслуговування та обслуговуючого персоналу, окрім загального контролю за датчиками в шафі управління.

Флюїдизаційний апарат із переривчастим позовжнім рухом решіток (рис. 3.25) складається з ізолюваного контуру, вібраційних решіток, бункера-дозатора, решіток механізму рівномірного розподілу продукту, решіток з переривчастим позовжнім рухом, розташованих на різних рівнях, пристосуванням для миття та сушіння стрічки, повітроохолоджувачів, вентиляторів.

Із бункера-дозатора продукт попадає на вібраційні решітки. Через вікно завантаження, проходячи зону підсушування, продукт надходить у зону заморожування, де через щільний шар продукту продувається холодне повітря. З однієї решітки, що періодично виконує переривчастий позовжній рух, продукт висипається на другу решітку з таким же рухом. Відбувається одночасне заморожування та транспортування продукту до вікна вивантаження.

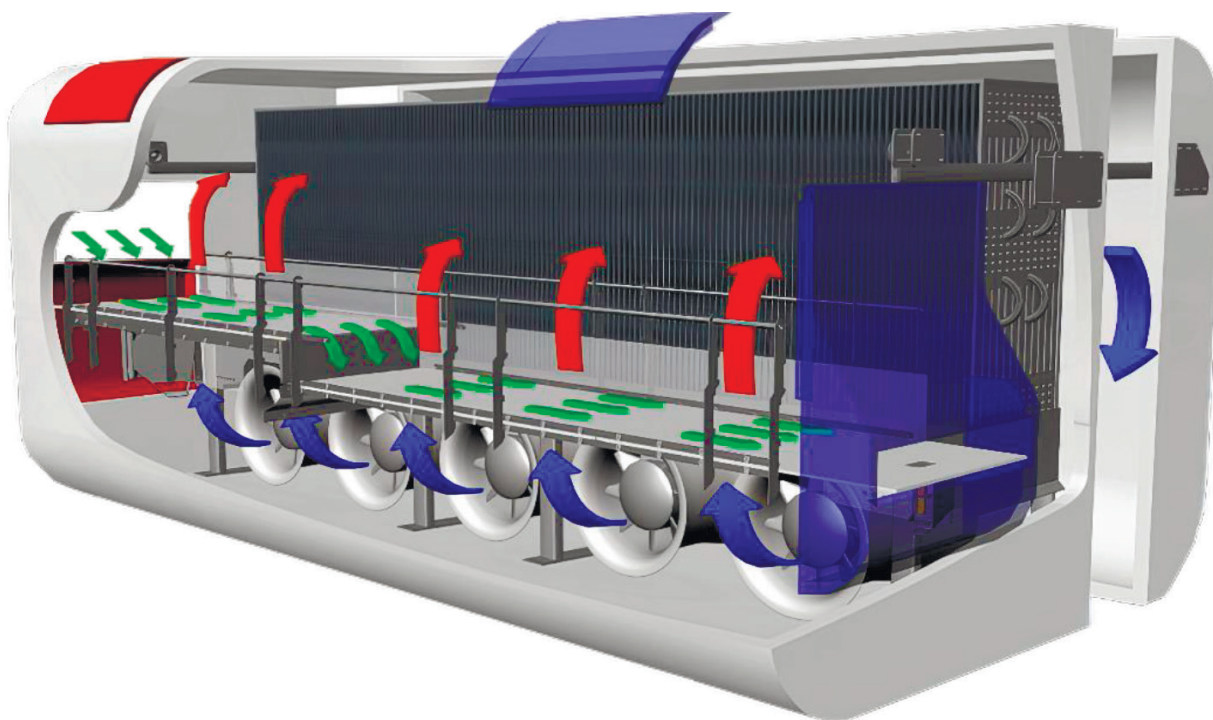


Рис. 3.25. Флюїдизаційний апарат із переривчастим позовжнім рухом решіток:

синіми стрілками зображено рух повітря, що подається з вентиляторів;

червоними – рух повітря, що іде на охолодження в повітроохолоджувачі;

зеленими – рух продуктів



Демонстрація-анімація роботи флюїдизаційного апарата
із переривчастим позовжнім рухом решіток

Недоліки:

✓ втрата маси продукту внаслідок випаровування; швидке наростання інею на поверхні повітроохолоджувачів; значна витрата енергії на привід відцентрових вентиляторів; потреба у відносно низькій температурі кипіння холодильного агента в повітроохолоджувачі і значні витрати на роботу холодильної установки.

Переваги:

✓ висока швидкість заморожування; висока якість заморожування продукції; зручність та простота використання холодильної техніки; компактний розмір апаратів, що дозволяє обмежуватись невеликими виробничими площами; наявність можливості повної автоматизації роботи, включення апарату до технологічної лінії; скорочення виробничого персоналу.

3.2.7. Основи розрахунку флюїдизаційних апаратів

Розраховуючи флюїдизаційний морозильний апарат, якщо задані його продуктивність, температура повітря, а також початкова й кінцева температури продукту, коефіцієнт тепловіддачі від поверхні продукту, температурний напір між температурами продукту та повітря в апараті, необхідно визначити оптимальну швидкість повітря у вантажному відсіку апарата; теплонадходження від продукту; площу ґрат або стрічки транспортера; кількість продукту, який завантажується на ґрати; об'ємну і масову витрату повітря, що рухається; тепло, що відводиться повітрям.

Оптимальну швидкість руху повітря у вантажному відсіку флюїдизаційного апарата $w_{\text{опт}}$, у метрах за секунду, обчислюють за формулою:

$w_{\text{опт}} = 2,25 + 1,95 \cdot \lg G_{\text{од}}$		(3.17)
де	$G_{\text{од}}$ – маса одиничного продукту, г.	

Теплонадходження від продукту Q_2 , у кіловаттах, обчислюють за формулою:

$Q_2 = G' \cdot (i_1 - i_2),$		(3.18)
де	G' – продуктивність апарата, кг/с; i_1 – ентальпія продукту, що надходить в апарат, яка відповідає температурі нахождення продукту, кДж/кг; i_2 – ентальпія замороженого продукту на виході з апарата, яка відповідає температурі замороженого продукту, кДж/кг.	

Площу ґрат апарата $F_{гр}$, у квадратних метрах, обчислюють за формулою:

$F_{гр} = \frac{Q_2}{w_{опт} \cdot \rho_n \cdot c_n \cdot \Delta t_n} ,$		(3.19)
де	Q_2 – теплонадходження від продукту, Вт; $w_{опт}$ – оптимальна швидкість руху повітря у вантажному відсіку апарата, м/с; ρ_n – густина повітря, кг/м ³ ; c_n – питома теплоємність повітря, Дж/(кг·К); Δt_n – температура нагрівання повітря у флюїдизаційному шарі, °С.	

За конструктивними та компоновальними міркуваннями апарат бажано проектувати для заморожування як у флюїдизаційному, так і у щільному шарі. З цією метою ґрати можна виконати у вигляді стрічки транспортера.

Площу стрічки транспортера апарата $F_{гр}$, у квадратних метрах, обчислюють за формулою:

$F_{гр} = L_{гр} \cdot B_{гр} ,$		(3.20)
де	$L_{гр}$ – довжина ґратчастої стрічки конвеєра, м; $B_{гр}$ – ширина ґратчастої стрічки конвеєра, м.	

Висоту нерухомого шару продукту на ґратах H_0 приймають орієнтовно 0,04–0,06 м.

Кількість продукту, завантаженого на ґрати апарата $G_{пр}$, у кілограмах, обчислюють за формулою:

$G_{пр} = F_{гр} \cdot H_0 \cdot \rho_{пр} ,$		(3.21)
де	$F_{гр}$ – площа стрічки транспортера апарата, м ² ; H_0 – висота нерухомого шару продукту на ґратах, м (приймають орієнтовно 0,04–0,06 м); $\rho_{пр}$ – щільність продукту, кг/м ³ .	

Об'ємну витрату повітря, що рухається в апараті $V_{п}$, у кубічних метрах за секунду, обчислюють за формулою:

$V_{п} = F_{гр} \cdot w_{опт} ,$		(3.22)
де	$F_{гр}$ – площа стрічки транспортера апарата, м ² ; $w_{опт}$ – оптимальна швидкість руху повітря у вантажному відсіку апарата, м/с.	

Масову витрату повітря, що рухається в апараті G_n , у кілограмах за секунду, обчислюють за формулою:

$G_n = V_n \cdot \rho_n,$		(3.23)
де	V_n – об'єм повітря, що рухається в апараті, $\text{м}^3/\text{с}$; ρ_n – густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$.	

Тепло, що відводиться від продукту повітрям Q_n , у ваттах, обчислюють за формулою:

$Q_n = G_n \cdot c_n \cdot \Delta t_n,$		(3.24)
де	G_n – масова витрата повітря, що рухається в апараті, $\text{кг}/\text{с}$, c_n – питома теплоємність повітря, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; Δt_n – температура нагрівання повітря у флюїдизаційному шарі, $^{\circ}\text{C}$.	

Площу поверхні сферичних частинок продукту у флюїдизаційному шарі F_{np} , у квадратних метрах, обчислюють за формулою:

$F_{np} = \frac{6 \cdot G_{np}}{\rho_{np} \cdot d_{сер}},$		(3.25)
де	G_{np} – кількість продукту, завантаженого на ґрати апарата, кг ; ρ_{np} – щільність продукту, $\text{кг}/\text{м}^3$; $d_{сер}$ – діаметр найбільшої сферичної частини продукту, м .	

Тепло, що відводиться повітрям від площі поверхні продукту Q_{np} , у ваттах, обчислюють за формулою:

$Q_{np} = \alpha \cdot F_{np} \cdot \Delta t_m,$		(3.26)
де	α – коефіцієнт тепловіддачі від площі поверхні продукту до повітря, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$; F_{np} – площа поверхні сферичних частинок продукту у флюїдизаційному шарі, м^2 ; Δt_m – температурний напір між температурами продукту та повітря в апараті, $^{\circ}\text{C}$.	

Під час розрахунків апарата має виконуватись рівність:

$Q_n = Q_2 = Q_{np},$		(3.27)
-----------------------	--	--------

ДО УВАГИ!

Якщо $Q_n \neq Q_2$, то змінюють Δt_m так, щоб розбіжність була не більше $\pm 10\%$.
Якщо ж тепло, що відводиться повітрям від площі поверхні продукту на гратах значно менше, ніж необхідно за тепловим балансом, то необхідно збільшити $Q_{пр}$. Збільшити $Q_{пр}$ можна тільки за рахунок збільшення кількості продукту на гратах.

3.3. Апарати безконтактного заморожування

Апарати безконтактного заморожування призначені для заморожування блочних і дрібноштучних продуктів як запакованих у тару, так і без тари.

Безконтактні плиткові апарати мають високу питому продуктивність. Їх широко застосовують для заморожування продуктів. Застосування таких апаратів (продуктивність до 20 тонн на добу в одному агрегаті) створюють сприятливі умови для автоматизації й механізації трудомістких робіт.

Залежно від розміщення морозильних плит та їхніх конструкцій апарати поділяють на **горизонтально- та вертикально-плиткові** (відповідно до горизонтальних та з вертикальних розміщень плит) **роторні та барабанного типу**.

3.3.1. Горизонтально-плиткові апарати

Більшість плиткових морозильних апаратів – пристрої періодичної дії з ручним і механізованим завантаженням і вивантаженням продукту. Деякі апарати виконуються з періодичним переміщенням блок-форм із продуктом морозильними плитами.

Плиткові морозильні апарати призначаються для заморожування різноманітних харчових продуктів у блоках: м'яса, субпродуктів, промислових риб, рибного філе і фаршу, сиру м'якого в блоках і брикетах дрібного фасування, овочевих і фруктових пюре.

Відсутність проміжного повітряного середовища в плиткових морозильних апаратах дає можливість зменшити перепад температур та інтенсифікувати теплообмін між продуктом, що заморожується і холодоагентом (холодоносієм), а також відмовитися від громіздких та металомістких повітроохолодників і енергоємних вентиляторів. Тому плиткові морозильні апарати є інтенсивними, компактними та економічними.

Продукти, які заморожуються в плиткових морозильних апаратах, мають правильну форму і легко пакуються та складаються, що дає змогу ефективно використовувати вантажний об'єм транспортних засобів та камер зберігання стаціонарних холодильників.

Горизонтально-плиткові морозильні апарати випускаються з кількістю плит від 6 до 21 шт.

Горизонтально-плитковий апарат із ручним завантаженням і вивантаженням продукту (рис. 3.26) складається з ізолюваного контуру, морозильних плит, знімних щитів, двошарової штори, гідравлічних циліндрів, призначених для переміщення морозильних плит, і вертикальних колекторів, потрібних для подачі рідкого холодильного агента в плити й відведення парорідинної суміші з них.

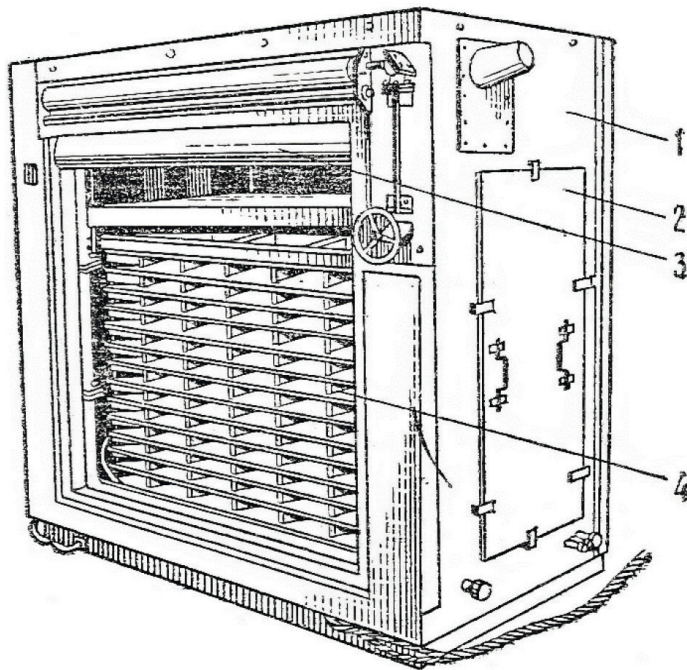


Рис. 3.26. Горизонтально-плитковий апарат із ручним завантаженням та вивантаженням продукту:

*1 – ізолюваний контур; 2 – щити, які знімаються; 3 – двошарова штора;
4 – морозильна плита*

В апараті розміщено 14 морозильних плит (розміром 1715×875 мм), відстань між якими може змінюватись від 60 до 100 мм. У внутрішніх каналах морозильних плит циркулює холодильний агент, що підводиться від вертикальних колекторів за допомогою сильфонних металорукавів. До вертикального колектора апарата холодильний агент направляєтья з ресивера циркуляційним насосом.

Знімні щити, призначені для огляду й ремонту окремих вузлів апарата (сильфонних металорукавів, обмежувальних болтів, що фіксують відстань між морозильними плитами, та ін.).

Ізолюваний контур закритий двошаровою шторою, один край якої жорстко прикріплений до апарата, а інший – з'єднаний із барабаном ручного привода підйому штори. Між шарами штори вільно укладений натяжний порожній валик, що забезпечує рівномірний натяг штори й постійний повітряний зазор між її шарами. Поршні гідравлічних циліндрів, зв'язані з траверсою, передають зусилля морозильним плитам через завантажувальну раму зі сферичним шарніром. Продукт, що підлягає заморожуванню, укладається в блок-форми, які вручну встановлюють на морозильні плити апарата. Після заморожування продукту блок-форми вручну витягаються з апарату, щоб видалити заморожені блоки.

У сучасних морозильних горизонтально-плиткових апаратах із ручним завантаженням та вивантаженням продукту застосовуються відкриті блок-форми та блок-форми з кришками.

Зовнішній вигляд сучасного горизонтально-плиткового морозильного апарата з теплоізолюваним контуром зображено на рис. 3.27 (штора відкрита), горизонтально-плиткові морозильні апарати фірми Tucal S.L без теплоізолюваного контуру зображено на рис. 3.28.



Демонстрація роботи горизонтально-плиткового морозильного апарата із ручним завантаженням та вивантаженням продукту

Рис. 3.27. Горизонтально-плитковий морозильний апарат з теплоізолюваним контуром



Демонстрація роботи горизонтально-плиткового морозильного апарата фірми Carsoe із автоматизованим механізмом завантаження та вивантаження продукту



Рис. 3.28. Горизонтально-плиткові морозильні апарати фірми Tusal S.L. без теплоізолюваного контуру в роботі

Недоліки:

✓ необхідність застосування ручної праці під час завантаження й вивантаження блок-форм із продуктом в апаратах без автоматизованої подачі.

Переваги:

✓ компактність, інтенсивність процесу заморожування, гарне рівномірне підпресування блоків із продуктом; точні геометричні форми та щільність блока, що підвищує ємність охолоджуваного приміщення на 10–15%; об'єм замороженого продукту з 1м² площі підлоги, що зайнята плитковими апаратами, орієнтовно в 1,5–2 рази більший порівняно з повітряними морозильними апаратами, а енергетичні витрати та маса цих апаратів на 30–40% менші.

3.3.2. Вертикально-плиткові апарати

Апарати цього типу підходять для заморожування різноманітної продукції (м'яса, птиці, риби, субпродуктів, фаршу тощо) в блоках. Прямокутна форма блоків зручна для зберігання, транспортування та обліку, блоки можуть мати різні розміри. Разове завантаження апарата може становити від 250 до 1800 кг, за середнього часу заморожування 2,5 години та цілодобовій роботі загальна продуктивність може досягати 16000 кг на добу.

У вертикальних плиткових швидкоморозильних апаратах продукт, що заморожується, завантажуються зверху безпосередньо між плитами. Для завантаження фаршу та дрібних продуктів можуть використовуватись спеціальні насоси, продукти середніх розмірів можуть завантажуватися за допомогою стрічкових навантажувачів.

Плити апарата заповнені киплячим холодоагентом або холодоносієм з низькою температурою. Завдяки безпосередньому контакту з продуктами швидкість заморожування становить лише 2–3 години (для риби). Заморожені блоки продукції примерзають до морозильних плит, тому для їхнього вилучення після кожного циклу заморожування в апарат подається гарячі пари холодильного агенту для відтаювання.

Після закінчення процесу заморожені блоки піднімаються за допомогою гідравлічної системи та знімаються вручну або за допомогою тельферів.

Швидкість проморожування продукту для повітряного заморожування становить 2–4 мм на годину, а у плиткових агрегатів 20–50 мм на годину.

Зовнішній вигляд сучасного вертикально-плиткового морозильного апарата зображено на рис. 3.29 та 3.30.



Рис. 3.29. Вертикально-плитковий морозильний апарат



Рис. 3.30. Плитковий апарат у положенні для розвантаження



Демонстрація роботи вертикально-плиткового морозильного апарата фірми DSI Dantech із механічним вивантаженням продукту та автоматизованим пакуванням

3.3.3. Роторні апарати

Апарати з радіальним розміщенням плит називають роторними. У цих апаратах вдало поєднані переваги повітряних і плиткових морозильних апаратів: процес заморожування безперервний, завантаження і розвантаження механізовані, заморожування інтенсивне, блоки добре підпресовані.

Роторні морозильні апарати мають радіально розташовані плити, що обертаються на валу (рис. 3.31). Продукт у цих апаратах заморожується майже безперервно, що підвищує продуктивність та забезпечує стаке теплове навантаження на холодильну установку. Радіальне розташування плит та їхнє обертання сприяють рівномірному розподілу холодоагенту по плитах.

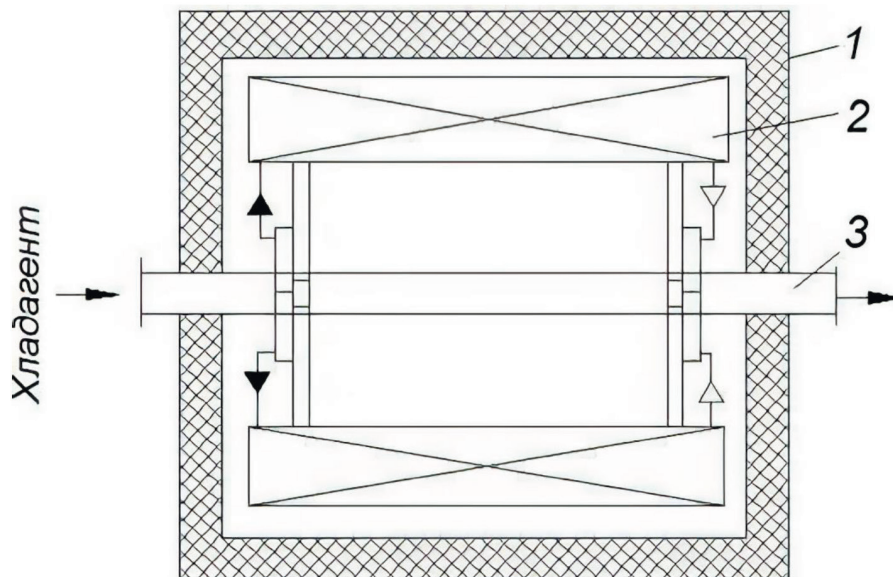


Рис. 3.31. Схема роторного морозильного апарата:

1 – теплоізоляційні панелі; 2 – секція з плитами, що охолоджуються; 3 – вал ротора
Стрілками зображено рух холодильного агента

У роторному морозильному апараті (рис. 3.32) під час завантаження і вивантаження блок-форми розсовуються відносно один одного і утворюють гнізда пірамідальної форми. Після завантаження продукцією блок-форми зсуваються і перетворюються в заповнені продуктом гнізда прямокутної форми.

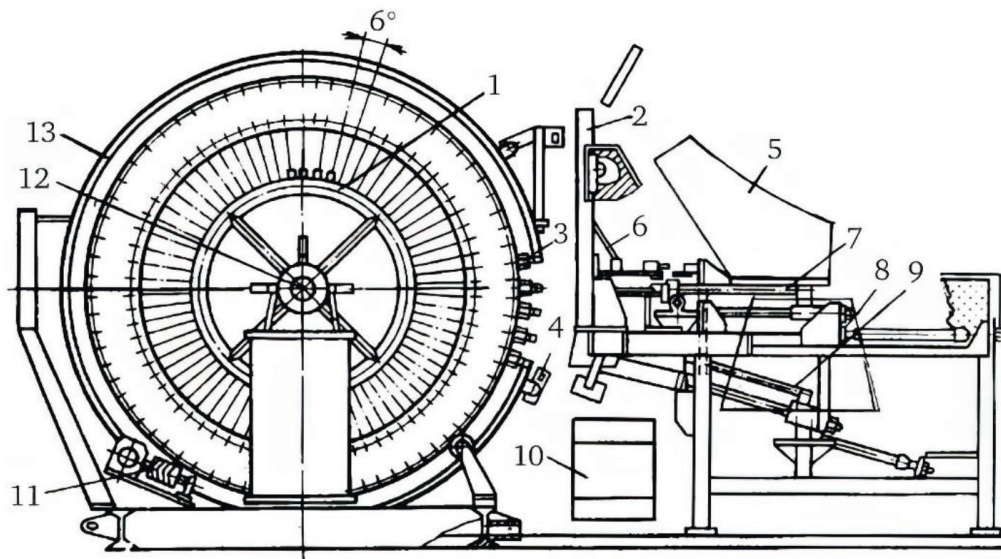


Рис. 3.32. Роторний морозильний апарат:

1 – кільцеві колектори подачі і відводу холодоагента; 2 – щит підпресовуючого пристрою;
3 – морозильні плити; 4 – лоток; 5 – ваги; 6 – підпресувальний пристрій; 7 – механізм пересування
стола; 8 – завантажувальний пристрій; 9 – механізм вивантаження заморожених блоків; 10 – конвеєр;
11 – привід; 12 – вал ротора; 13 – бандаж ротора

Сировина, що підлягає заморожуванню, конвеєром подається в бункери дозатора, звідки завантажуються в касети, змонтовані на рамі завантажувального пристрою. Одночасно із цим проводиться його упакування в поліетиленову плівку або інші пакувальні матеріали.

Під час роботи гідравлічного приводу рама завантажувального пристрою вштовхує касети із сировиною в простір між блок-формами. Рама з порожніми касетами повертається у початкове положення, а сировина, що утримується спеціальними поршнями, залишається всередині блок-форм. Плити блок-форм стискаються, спресовують сировину, і починається процес заморожування блоків. Після закінчення завантаження одного ряду блок-форм ротор повертається спеціальним гідравлічним пристроєм на величину, яка необхідна для установки під завантаження наступного ряду блок-форм і цикл повторюється. Одночасно до місця розвантаження надходять блок-форми із замороженою сировиною. Спеціальний клиновий механізм розкриває половинки блок-форм і заморожені блоки розвантажуються на транспортер розвантаження.

Таким чином, кожна блок-форма з продуктом заморожується за один оберт ротора. Усі операції в морозильному апараті автоматизовані і виконуються за заданою програмою. У роторних апаратах заморожують безкісткове м'ясо, субпродукти, рибу, сир, меланж тощо. Продуктивність цих апаратів, залежно від модифікації, становить від 10 до 30 т/добу.

Переваги:

✓ використання роторних морозильних апаратів дозволяє скоротити тривалість заморожування в 1,5–2 рази у порівнянні з повітряними морозильними камерами; здійснювати безперервний процес заморожування, автоматичне регулювання режимів роботи; дозволяє механізувати та автоматизувати завантаження і вивантаження, що значно полегшує працю обслуговуючого персоналу; здійснювати рівномірне навантаження на холодильну установку й полегшувати регулювання режиму її роботи; підпресування блоків забезпечує рівні поверхні, точні геометричні форми та щільність блока, що підвищує ємність охолоджуваних приміщень на 10–15%; маса й енергетичні витрати роторних морозильних апаратів орієнтовно на 30–40% менші, ніж повітряних морозильних апаратів такої ж продуктивності; роторні морозильні апарати випускаються в зібраному вигляді, що скорочує час і з дешевлює вартість монтажних робіт.

3.3.4. Морозильні апарати барабанного типу

Морозильні апарати барабанного типу призначені для заморожування дрібноштучних неупакованих і рідких продуктів, продуктів неправильної форми. Основним елементом цих апаратів є обертовий циліндричний барабан, у простір між стінками якого через пустотілий вал зі спеціальним сальниковим ущільненням подається холодильний агент чи холодоносії.

До складу **морозильного апарата барабанного типу для заморожування дрібноштучних неупакованих продуктів** (рис. 3.33) входять циліндричний барабан, що охолоджує, змійовик, завантажувальний транспортер, розвантажувальний пристрій. Барабан розташований у теплоізолюваному контурі. Зазор між барабаном і теплоізолюваним контуром дорівнює 50 мм. Приводом барабана служить електродвигун потужністю 0,5 кВт, з'єднаний із варіатором швидкостей. Всередині ізолюваного контуру проходить змійовик, що охолоджує зазор.

Розвантажувальний пристрій складається з ножа, лопатевого колеса й розвантажувального конвеєра. Ніж виготовлений із корозійностійкої сталі шириною 100 мм і посилений алюмінієвим ребром. Обертання лопатевого колеса узгоджується з рухом конвеєра таким чином, що один оберт колеса відповідає визначеній відстані руху стрічки. Розвантажувальний конвеєр з'єднує апарат із установкою для глазурування чи з пакувальною машиною. Лопатеве колесо й розвантажувальний конвеєр мають свої приводи.

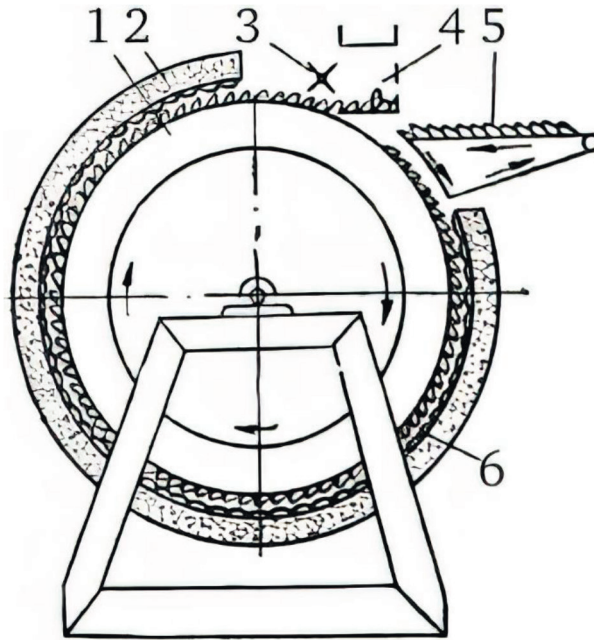


Рис. 3.33. Морозильний апарат барабанного типу для заморожування дрібноштучних неупакованих продуктів:

- 1 – циліндричний барабан; 2 – ізолюваний контур; 3 – лопатеве колесо;
4 – розвантажувальний конвеєр; 5 – завантажувальний транспортер;
6 – охолоджувальний змієвик

Продукт, що підлягає заморожуванню, завантажувальним транспортером подається на барабан і упродовж деякого часу рухається, знаходячись між стрічкою завантажувального транспортера і поверхнею барабана. Транспортер злегка притискає продукт до поверхні барабана, і продукт примерзає до барабана. Із барабана заморожений продукт видаляється ножом, а лопатеве колесо направляє його на розвантажувальний конвеєр, що транспортує цей продукт для наступного глазурування й упакування в тару.

Апарат компактний, механізований, просто вбудовується в технологічні лінії з виробництва дрібноштучних заморожених харчових продуктів.

Морозильний апарат барабанного типу для заморожування продуктів неправильної форми (шматки м'яса, пиріжки, креветки) складається із заморожувального барабана, який закріплений на валу й обертається в підшипниках, вібраційного лотка, вхідного конвеєра для подачі продуктів і притискання барабанів, кожуха й повітроохолоджувача (рис 3.34).

Барабан має кільцевий простір для зменшення об'єму, у якому кипить холодильний агент. Подача холодильного агента в кільцевий простір і видалення пари з нього проводяться через загальну цапфу, розташовану на одній із торцевих сторін заморожувального барабана. Цапфа використовується і для розміщення привода обертання барабана. Щоб апарат міг працювати ефективно без ізоляції, навколо заморожувального барабана передбачений кожух, куди за допомогою відцентрового вентилятора направляється потік холодного повітря. Охолодження повітря здійснюється змієвиковою батареєю. Холодне повітря обдуває продукт, що заморожується, який знаходиться на поверхні заморожувального барабана.

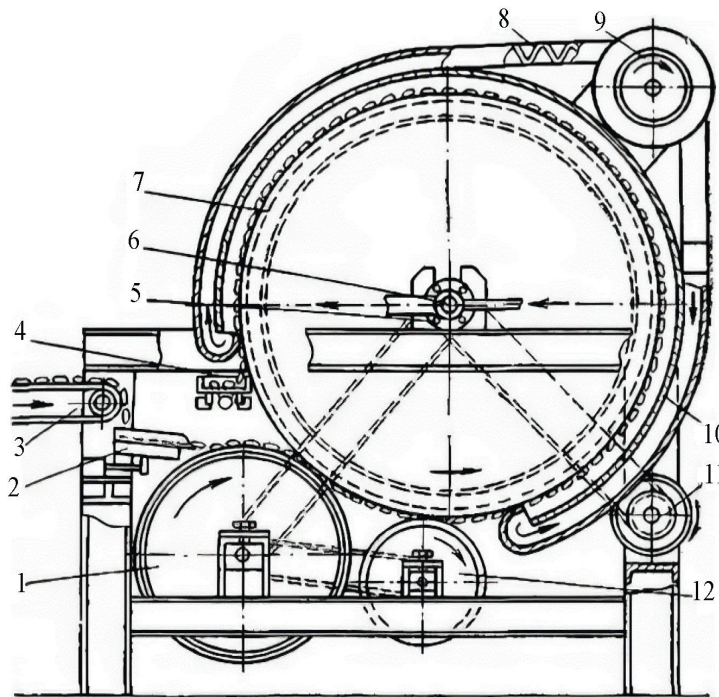


Рис. 3.34. Морозильний апарат барабанного типу для заморожування вологих продуктів неправильної форми:

1 – живильний барабан; 2, 4 – вібраційні лотки; 3 – вхідний конвеєр; 5 – підшипники; 6 – вал;
7 – заморожувальний барабан; 8 – повітроохолоджувач; 9 – вентилятор;
10 – кожух; 11 – електродвигун; 12 – притискний барабан

Подача продукту здійснюється за допомогою вхідного конвеєра, вібраційного лотка й живильного барабана, що виконаний багатошаровим і складається зі сталевого кожуха і пружного матеріалу. Привід барабанів здійснюється від загального електродвигуна і швидкості обертання їх приблизно однакові. На вібраційному лотку продукт рівномірно розподіляється і за рахунок нахилу лотка продукт попадає на поверхню живильного барабана. Положення живильного барабана відносно заморожувального барабана, а також відстань між ними регулюються залежно від товщини шматків продукту, що заморожується. Живильний і притискний барабани обертаються в одну сторону, протилежну напрямку обертання заморожувального барабана. Оскільки температура кипіння холодильного агента в просторі барабана низька ($-55 - -65^{\circ}\text{C}$), під час контакту з його поверхнею продукт миттєво примерзає до неї. Притискним барабаном продукт злегка підпресовується і, щільно притиснутий до поверхні заморожувального барабана, швидко заморожується. Цьому також сприяє і те, що знаходячись на барабані, він обдувається холодним повітрям, температура якого $-40 - -45^{\circ}\text{C}$.

Розвантаження продукту з апарата відбувається за допомогою похилого вібраційного лотка, на якому закріплений ніж.

Недоліки:

- ✓ обмеженість типів продуктів, що можуть заморожуватися в ньому;
- ✓ підвищена усушка.

Переваги:

- ✓ апарат компактний, інтенсивної дії;
- ✓ процес заморожування продуктів механізований і автоматизований.

3.4. Контактні морозильні апарати

Контактні морозильні апарати використовують в основному для заморожування, причому теплоту від продукту можна відводити різними методами: через герметичну вологонепроникну упаковку; за рахунок зрошування продуктів охолоджуючою рідиною під час їх руху на конвеєрі, за рахунок занурювання продуктів в охолоджуючу рідину або комбінованими способами.

В апаратах контактного заморожування харчових продуктів відбувається безпосереднє відведення тепла від продукту, що заморожується до тепловідвідного середовища (робочої речовини). Водночас робоча речовина не повинна викликати небажані зміни якості продукту, що заморожується.

Як робочу речовину застосовують холодоносії (водяні розчини солей, водяний розчин пропіленгліколю), холодильні агенти (хімічно чистий R-12 та R-22), вуглекислота, а також кріогенні рідини (рідкі азот і повітря).

Залежно від виду тепловідвідного середовища, яке застосовується в апараті, вони бувають кріогенні, вуглекислотні, фреонові та апарати заморожування холодоносієм.

3.4.1. Кріогенні апарати

У кріогенних апаратах як середовище, яке відводить тепло, звичайно застосовують рідкий азот, а іноді й рідке повітря. Під час заморожування в цих апаратах продукт занурюється в рідкий азот чи зрошується ним. За цією ознакою кріогенні апарати можна класифікувати на імєрсійні (занурення продуктів у ванну з рідким азотом), а також на апарати з розпиленням рідкого агента у вантажному відсіку.

Кріогенні рідини використовують однократно. Пари цих рідин, одержані для заморожування в морозильних апаратах, технічно важко і економічно недоцільно знову скраплювати безпосередньо на переробному підприємстві для повторного використання, тому ці продукти викидаються в атмосферу.

Кріогенний морозильний апарат з розпиленням рідкого азоту АСТА (апарат швидкоморозильний тунельного типу азотний) універсальний, призначений для швидкого поштучного заморожування широкого асортименту продуктів тваринного і рослинного походження: натуральних напівфабрикатів, пельменів, тушок птиці, виробів з тіста, рибних напівфабрикатів, риби, фруктів, овочів, фруктових соків, фасованого морозива та ін.

До складу морозильного апарата з розпиленням рідкого азоту (рис. 3.35) входять теплоізолюваний контур, в якому розміщені вантажний конвеєр, вентилятори, розпилювальний пристрій і транспортери навантаження та вивантаження продукту.



В основу конструкції апарата АСТА закладено тризональну азотну систему:

- I – зона попереднього охолодження продукту парами азоту;*
- II – зона заморожування;*
- III – зона вирівнювання температури продукту за об'ємом.*

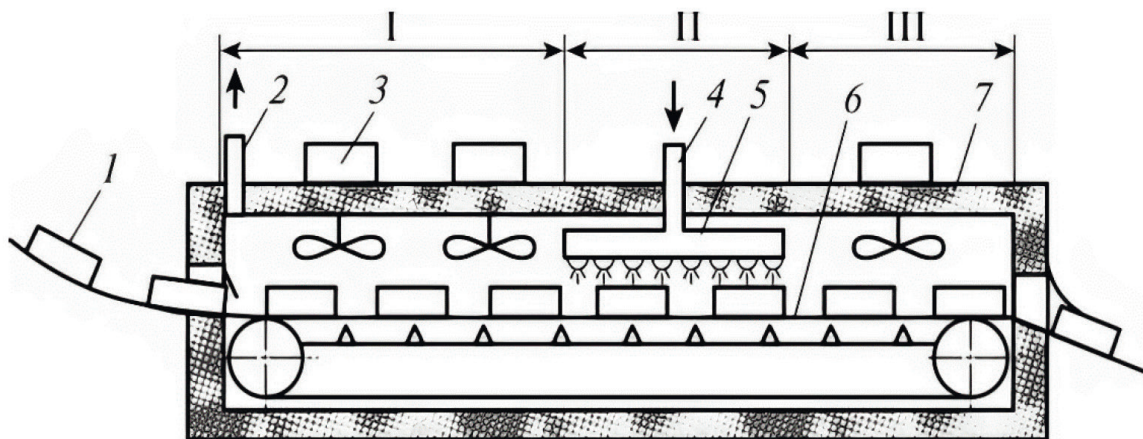


Рис. 3.35. Схема апарата з розпиленням рідкого азоту:
 I – зона попереднього охолодження продукту; II – зона зрошування (заморожування);
 III – зона вирівнювання температури продукту;
 1 – блок продукту; 2 – трубопровід відведення газоподібного азоту; 3 – вентилятор;
 4 – трубопровід подачі рідкого азоту; 5 – розпилювальний пристрій;
 6 – вантажний конвеєр; 7 – теплоізолюваний короб

У першій зоні (I) використовуються холодні пари азоту зони заморожування і зони вирівнювання температур, що скорочує витрату рідкого кріоагенту. Відбувається охолодження продукту до температури $-1-5^{\circ}\text{C}$. Для інтенсифікації теплообміну в цій зоні завдяки установці циркуляційних осьових вентиляторів швидкість руху пари досягає 20–30 м/с.

Заморожування продуктів у криогенному швидкоморозильному апараті відбувається завдяки подачі рідкого азоту через трубопровід подачі рідкого азоту та розпилювальний пристрій – систему форсунок у другу зону – зону зрошування та заморожування (II). Температура замороженого продукту дорівнює $-20-30^{\circ}\text{C}$.

Пари азоту, що утворюються під час випаровування, вентиляторами подаються в зону (I) попереднього охолодження продукту та після охолодження продукту залишають апарат через трубопровід відведення газоподібного азоту.

В останній зоні (III) апарата залишки рідкого азоту випаровуються з поверхні продукту і його температурне поле вирівнюється. У цій зоні також встановлені вентилятори.

Продукт подається через вікно завантаження, транспортується через три зони вздовж робочої камери та залишає апарат через вікно вивантаження за допомогою сітчастого конвеєра, який приводиться в рух приводом, що складається з електродвигуна і ланцюгової передачі.

Продукти з початковою температурою $20-21^{\circ}\text{C}$ заморожуються до -18°C упродовж 1–5 хв залежно від їхніх розмірів. На заморожування 1 кг продукту витрачається 1,0–1,5 кг рідкого азоту. Продукт, заморожений у рідкому азоті, має високі смакові якості, під час розморожування з нього менше виділяється м'ясного соку. Однак рідкий азот коштує дорого. Продуктивність лінії швидкого заморожування харчових продуктів киплячим рідким азотом 100–200 кг/год.

На зовнішній стороні корпусу швидкоморозильного апарата змонтовані пульт керування і контрольно-вимірювальні прилади.



Кріогенний азотний швидкоморозильний апарат зображено на рис. 3.36, він має чотири зони заморожування, що утворюються перегородками:

- зона попереднього охолодження газоподібним азотом;
- зона підморожування газоподібним азотом;
- зона заморожування під час зрошення продукту рідким азотом;
- зона доморожування газоподібним азотом, відбувається вирівнювання температури у замороженому продукті.

Для безперервної роботи апарат комплектується теплоізовльованим ресивером з рідким азотом. Подача рідкого азоту з ресивера на форсунки здійснюється насосом. Для збору азоту, що не випарувався, в третій зоні апарата передбачений піддон, звідки рідина по трубопроводу зливається в ресивер.

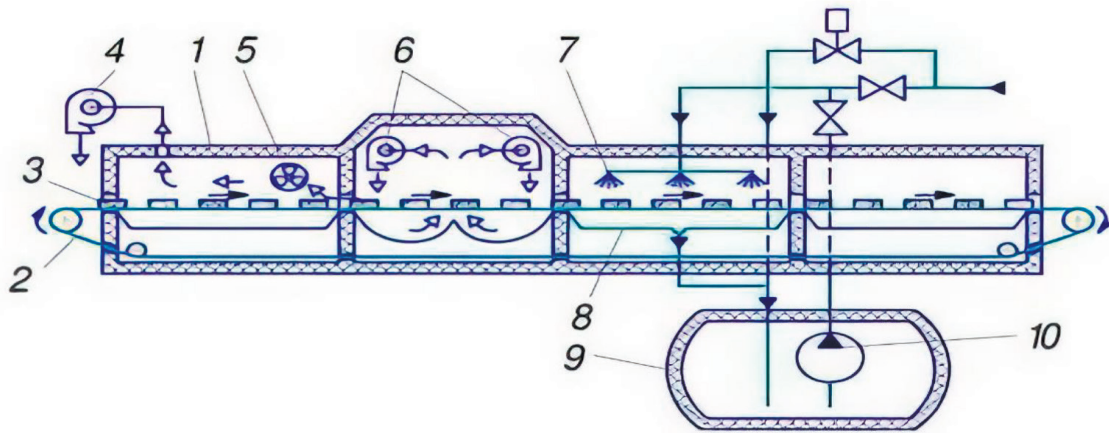


Рис. 3.36. Кріогенний азотний швидкоморозильний апарат із чотирма зонами заморожування продукту:

- 1 – теплоізовльований контур; 2 – конвеєр; 3 – продукт; 4 – вентилятор; 5 – осьовий вентилятор першої зони попереднього охолодження; 6 – відцентрові вентилятори другої зони попереднього охолодження; 7 – форсунки; 8 – піддон для збору рідкого азоту; 9 – посудина з рідким азотом; 10 – насос рідкого азоту

Зовнішній вигляд сучасного кріогенного морозильного апарата з розпиленням рідкого азоту зображено на рис. 3.37.



Рис. 3.37. Кріогенний азотний швидкозаморозильний апарат



Кріогенний азотний швидкозаморозильний апарат
Freshline Multi-Purpose (MP) компанії Air Products

Недоліки:

✓ відносна висока вартість азоту, внаслідок чого вартість заморожування в контактних апаратах з кріогенною рідиною буде вище, ніж в плиткових та повітряних апаратах; технічно і економічно недоцільно знову скраплювати пари азоту безпосередньо на переробному підприємстві для повторного використання, тому ці продукти викидаються в атмосферу; збільшення зон циркуляції призводить до збільшення довжини апаратів, хоча це можна усунути збільшенням швидкості руху газоподібного азоту.

Переваги:

✓ простота конструкції і експлуатації апарата; швидкий вихід на режим (не більше 4 хв під час високої початкової температури продукту); висока швидкість заморожування виробів; мінімальні втрати маси виробів через усихання; універсальність апарата, тобто можливість використання апарата для заморожування широкого асортименту харчових продуктів різної геометричної форми і розмірів без змін в конструкції апарата; невелика витрата рідкого азоту; зменшення кількості азоту, що йде на заморожування продукту.

Пересувний кріогенний апарат із інтенсивним рухом газоподібного азоту (рис. 3.38) складається з ізольованого контуру, металевої рами, вантажного конвеєра, колекторів із форсунками, циркуляційних вентиляторів для поздовжнього й поперечного руху газоподібного азоту, бака з рідким азотом, шиберів для регулювання швидкості руху газоподібного азоту, піддона для збору рідкого азоту, насоса, електродвигунів, привода вантажного конвеєра.

Ізольований контур морозильного апарата виконують із нержавіючої сталі та пінополіуретану товщиною 100 мм. У торцевих стінах апарата розташовані вікна для входу й виходу продукту. Ширина вікон відповідає ширині вантажного конвеєра, а висота – товщині продукту, що заморожується.

Металева рама, на якій збирається морозильний апарат, має ніжки з регулювальними гвинтами. Установлення апарата здійснюється безпосередньо на підлогу приміщення без фундаменту.

Конвеєр апарата приводиться в рух електродвигуном із варіатором швидкостей. Швидкість руху стрічки конвеєра може змінюватися від 2 до 12 м/хв.

Апарат оснащений циркуляційними вентиляторами для подовжнього й поперечного руху газоподібного азоту. Витяжний вентилятор для відсмоктування газоподібного азоту розташований із зовнішньої сторони апарата біля завантажувального вікна. За допомогою витяжного вентилятора біля завантажувального вікна створюється газова завіса.

Робота завантажувального й розвантажувального конвеєрів синхронізована з роботою вантажного конвеєра апарата.

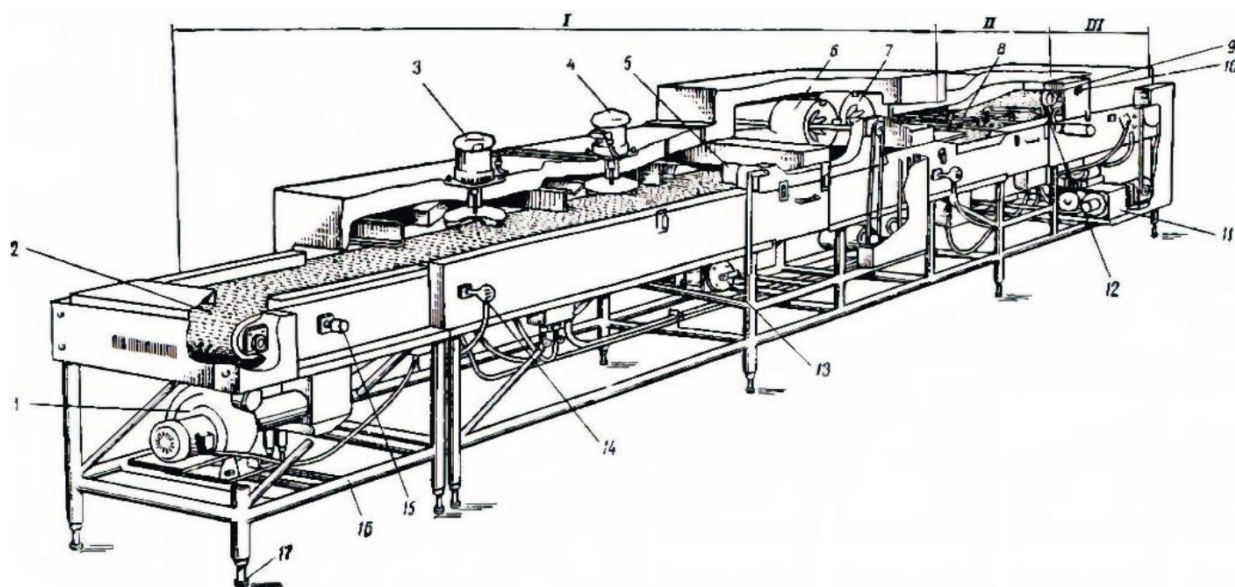


Рис. 3.38. Пересувний кріогенний апарат із інтенсивним рухом газоподібного азоту:

1 – витяжний вентилятор; 2 – вантажний конвеєр; 3, 4 – циркуляційні вентилятори для поперечного руху газоподібного азоту; 5 – шибєр; 6, 7 – циркуляційні вентилятори для подовжнього руху газоподібного азоту; 8 – колектор із форсунками; 9 – манометр; 10 – регулювальний вентиль; 11–13 – електродвигуни; 14, 15 – термометри опору; 16 – металева рама; 17 – регулювальні гвинти;

I – зона попереднього охолодження;

II – зона зрошення; III – зона вирівнювання температур

Апарат збирається з розбірних секцій, що забезпечує можливість його швидкого монтажу й ремонту.

Рідкий азот із бака, тиск, у якому 200–240 кПа, направляється до регулювального вентиля і далі – до колекторів із форсунками. Частина рідкого азоту, що не встигла випаруватися під час заморожування продукту, збирається в піддоні, з якого рідина насосом перекачується в колектор із форсунками для повторного зрошення продукту.

Продукт, що підлягає заморожуванню, за допомогою завантажувального конвеєра попадає на стрічку вантажного конвеєра. У зоні попереднього охолодження швидкість газоподібного азоту дорівнює 20–30 м/с. Продукт у цій зоні охолоджується та частково підморожується. У зоні зрошення продукту рідким азотом відбувається його остаточне заморожування.

Розвантажувальним конвеєром заморожений продукт подається на розфасування та упаковання.

Недоліки:

✓застосування потужних вентиляторів для подовжньої й поперечної циркуляції газоподібного азоту призводить до зростання витрат електроенергії.

Переваги:

- ✓апарат компактний, легко монтується;
- ✓простий у експлуатації.

Апарат для заморожування фасованих харчових продуктів із зануренням їх у ванну з рідким азотом (рис. 3.39) складається з вантажного конвеєра, ванни з рідким азотом, витяжних трубопроводів, завантажувального і розвантажувального столів, ізолюваного контуру, виконаного з нержавіючої сталі та теплоізоляційного матеріалу.

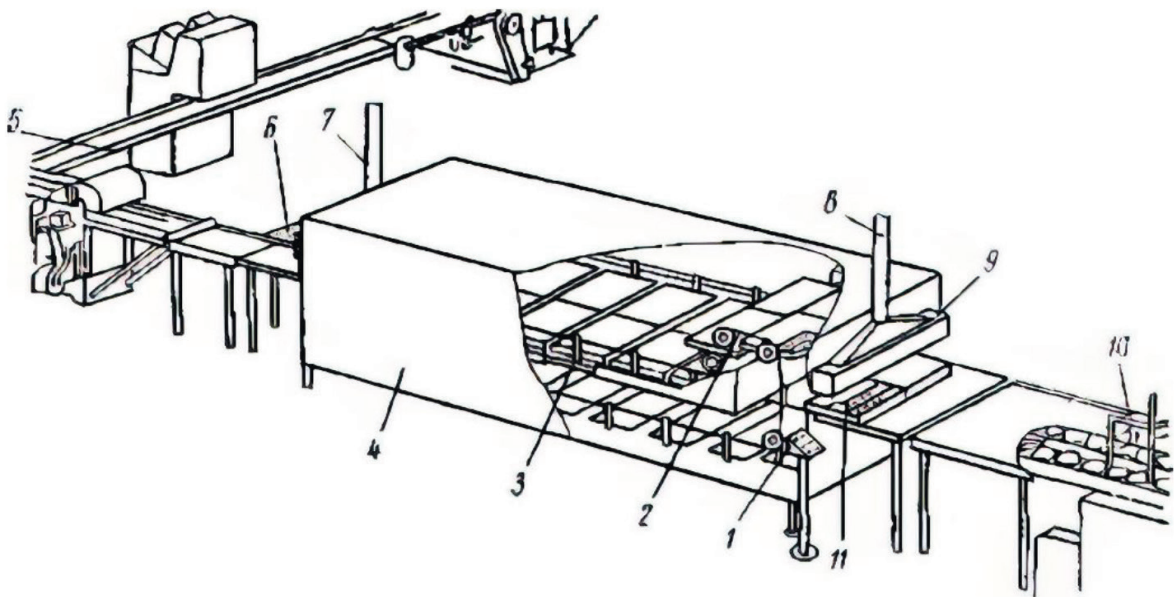


Рис. 3.39. Імерсійний апарат для заморожування фасованих харчових продуктів:

- 1 – пульт управління; 2 – вантажний конвеєр; 3 – ванна з рідким азотом;
- 4 – ізолюваний контур; 5 – лінія упаковки заморожених продуктів;
- 6 – розвантажувальний стіл; 7, 8 – витяжні трубопроводи;
- 9 – приймальний колектор; 10 – фасувальний апарат;
- 11 – завантажувальний стіл

Продукт після фасувального автомата надходить на завантажувальний стіл, що передає його на вантажний конвеєр. Знаходячись на ньому, продукт занурюється у ванну з рідким азотом і швидко заморожується.

Потім продукт із вантажного конвеєра передається на розвантажувальний стіл, а з нього – на лінію упакування. Газоподібний азот, що утворився під час кипіння рідини у ванні, з вантажного відсіку апарата видаляється за допомогою витяжних трубопроводів. Рівень рідкого азоту у ванні автоматично підтримується регулятором. У ванну азот надходить із бака. Апарат компактний, інтенсивний. Процеси розфасування, заморожування й упакування автоматизовані й механізовані.

У таких апаратах питома витрата рідкого азоту досягає 2 кг і більше на 1 кг замороженого продукту.

Недоліки:

✓ значна витрата азоту; деформація продукту; підвищені теплонадходження через вікна завантаження й вивантаження; великі питомі витрати азоту; складність регулювання температури продукту, що заморожується.

Переваги:

✓ висока інтенсивність заморожування;
✓ компактність і простота пристрою.

Імерсійний апарат з двома зонами заморожування продукту (рис. 3.40). дозволяє зменшити витрати рідкого азоту з одночасним скороченням деформації замороженого продукту, що досягається за наявності в конструкції апарату зони попереднього заморожування газоподібним азотом та зони доморожування в рідкому азоті.

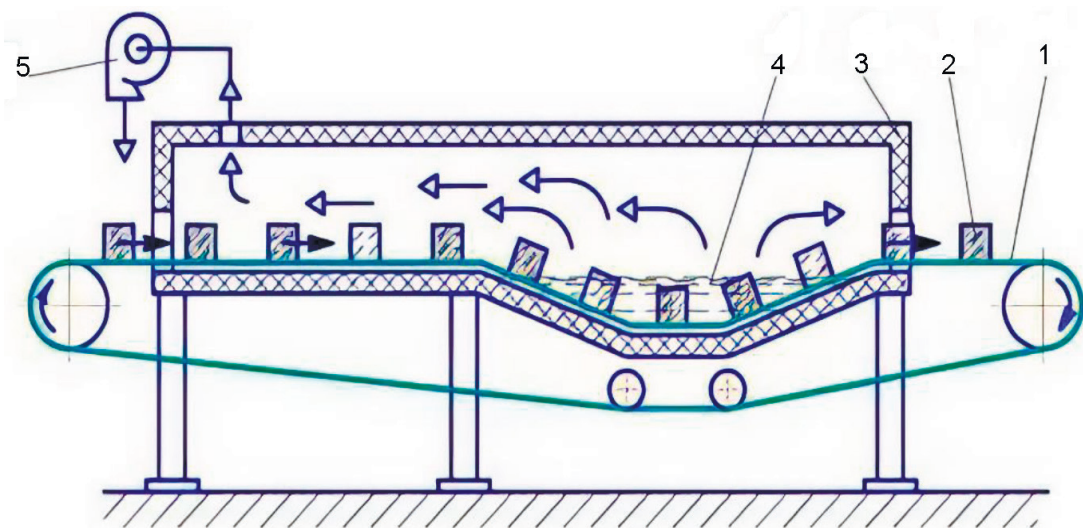


Рис. 3.40. Азотний апарат із двома зонами заморожування:

1 – конвеєр; 2 – продукт; 3 – теплоізолюваний контур;
4 – ванна з рідким азотом; 5 – вентилятор

Продукт, який необхідно заморозити, конвеєром направляється у вантажний відсік, що складається із зони попереднього охолодження продукту (довжина 5000 мм) та імерсійної зони (довжина 2500 мм).

Продукт за допомогою конвеєра через завантажувальне вікно подається в першу зону, в якій 30–40% теплоти відводиться потоком газоподібного азоту. Рух газоподібного азоту в зоні попереднього охолодження продукту здійснюється витяжним вентилятором, встановленим на вхідному кінці апарата. Продукт обдувається газоподібним азотом, охолоджується та підморожується. Потім продукт повільно занурюється у ванну з рідким азотом, глибина якої 550 мм, а підтримуваний поплавцевим регулятором рівень рідкого азоту в ній 300–400 мм. Продукт транспортується через ванну, доморожується й направляється до розвантажувального вікна, через яке виводиться з апарата. Газоподібний азот видаляється з апарата за допомогою вентилятора й нагнітається в область завантажувального вікна, створюючи газову завісу на шляху теплого повітря. В апараті передбачено два витяжні вентилятори, що працюють позмінно: один витяжний вентилятор працює, а інший обігрівается теплим повітрям. Витрата рідкого азоту зменшується, але довжина апарата збільшується орієнтовно в 2 рази порівняно з типами апаратів, які заморожують продукт тільки в рідкому азоті.

Довжина похилих ділянок між ванною й розвантажувальним вікном 900 мм, а між горизонтальною гілкою конвеєра і дном ванни (похила ділянка) – 1800 мм.

Недоліки:

✓ збільшена довжина апарата орієнтовно в 2 рази.

Переваги:

✓ наявність зони попереднього охолодження;

✓ зменшена витрата рідкого азоту.

3.4.2. Вуглекислотні морозильні апарати

Дрібноштучні продукти можуть заморожуватись у тепловідвідному середовищі, що складається з суміші газоподібної та дрібнодисперсної твердої вуглекислоти (сухого льоду), яка під час атмосферного тиску може знаходитись у газоподібному або твердому стані.

Ця суміш нагадує звичайний сніг і утворюється з рідкої вуглекислоти, яка дроселюється в вантажний відсік апарата.

У вантажному відсіку суміш за допомогою циркуляційних вентиляторів рухається з великою швидкістю (25–30 м/с), обволікаючи продукт, що заморожується внаслідок конвекційного та контактного теплообміну.

Суміш складається зі сніжної маси (50%) та газоподібної вуглекислоти (50%). Таке співвідношення об'ємів утворюється тоді, коли температура суміші в вантажному об'ємі складає -65 – -73°C . За більш низької температури тверда вуглекислота не встигає сублімувати і надлишки твердої фази в вигляді щільної сніжної маси осідають на дно вантажного відсіку, що ускладнює експлуатацію апарата. Робочий запас вуглекислоти знаходиться в баку (за температури -18°C і тиску 3000кПа). У вантажний відсік рідина вприскується за допомогою форсунок спеціальної конструкції, розміщених на колекторах, які з'єднані з баком системою трубопроводів.

Під час роботи апарата в ньому автоматично підтримується оптимальна температура суміші, щоб уникнути забруднення форсунок.

Апарати застосовуються для заморожування дрібноштучних продуктів (котлети, біфштекси, м'ясо шматочками).

Вуглекислотний апарат для заморожування кулінарних виробів (рис. 3.41) складається з теплоізовованого контуру, трисекційного вантажного конвеєра, електропривода з варіатором швидкостей, циркуляційних вентиляторів, колекторів із форсунками, бака з рідкою вуглекислою.

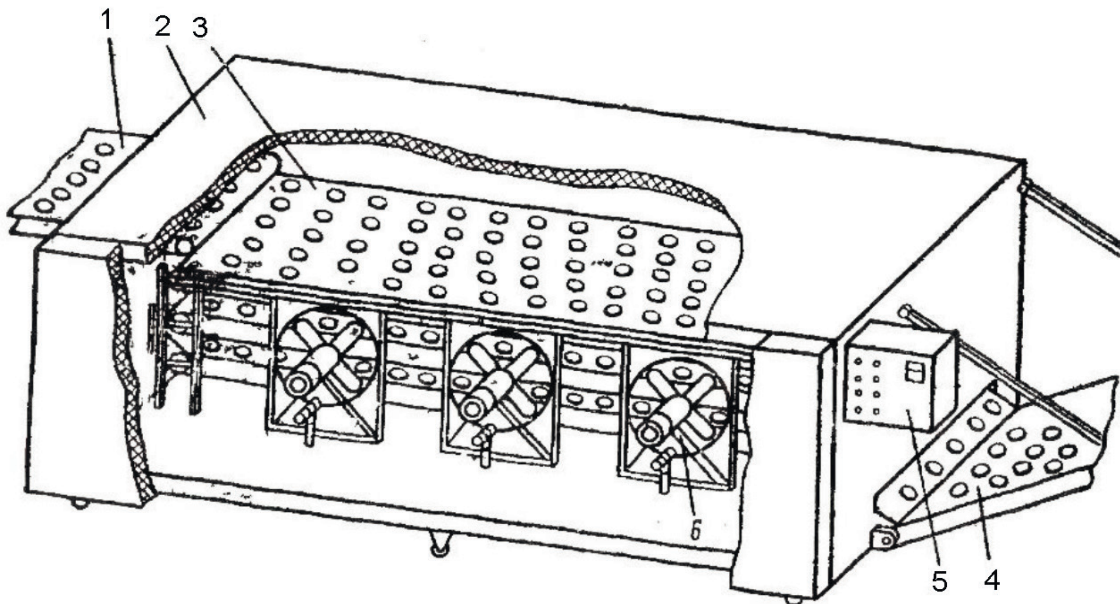


Рис. 3.41. Вуглекислотний апарат для заморожування кулінарних виробів:

- 1 – завантажувальний транспортер; 2 – ізовований контур;
3 – верхня секція вантажного конвеєра; 4 – завантажувальний транспортер;
5 – пульт керування; 6 – циркуляційні вентилятори з колекторами

У вантажний відсік апарата продукти надходять на завантажувальному конвеєрі, що розташовується біля торцевої стіни ізовованого контуру. Продукт заморожується на трисекційному вантажному конвеєрі, що має електричний привід із варіатором швидкостей, що дозволяє змінювати швидкість вантажного конвеєра від 2 до 6 м/хв. Стрічки трисекційного вантажного конвеєра виготовлені з корозійностійкої сталі й обдуваються сумішшю, що складається з газоподібної та твердої вуглекислоти. Суміш газоподібної та твердої вуглекислоти отримують з рідкої вуглекислоти, що знаходиться в баку. Рух суміші у вантажному відсіку апарата здійснюється трьома циркуляційними вентиляторами. Напрямок руху суміші – поперечний відносно трисекційного вантажного конвеєра, швидкість руху суміші 30 м/с. Рідка вуглекислота за допомогою колекторів і форсунок впорскується у вантажний відсік апарата.

Температура суміші у вантажному відсіку апарата підтримується автоматично.

Недоліки:

✓ підвищені витрати електроенергії на привід циркуляційних вентиляторів, що створюють рух суміші з високою щільністю.

Переваги:

✓ апарат простий і надійний у роботі, має малу металоємність, швидко монтується й добре komponується до технологічних ліній із виробництва заморожених кулінарних виробів; всі основні процеси автоматизовані й механізовані.

Вуглекислотний морозильний апарат зі спіральним конвеєром (рис. 3.42) застосовується для заморожування практично всіх видів продукту (м'ясо, риба, птиця, овочі, готові страви) у діапазоні температур до -73°C .

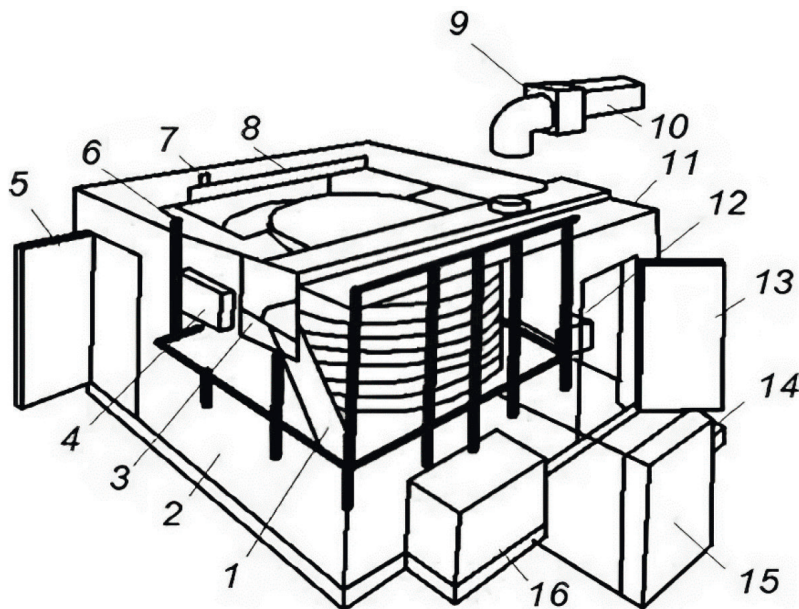


Рис. 3.42. Вуглекислотний морозильний апарат зі спіральним конвеєром:

- 1 – спіральна конвеєрна стрічка з корозійностійкої сталі; 2 – простір для технічного обслуговування; 3 – вихід продукту; 4 – кришка люка; 5 – входні двері; 6 – вентилятор; 7 – соленоїдний клапан біля форсунки; 8 – лінія подачі рідкого CO_2 ; 9 – витяжний вентилятор; 10 – витяжний канал; 11 – теплоізоляційні панелі; 12 – вхід продукту; 13 – вихідні двері; 14 – прилади автоматичного регулювання; 15 – пульт управління апаратом; 16 – привід конвеєра

Апарат складається із несучого каркаса, теплоізоляційного огородження з сендвіч-панелей, конвеєрів для транспортування, завантаження та розвантаження продукту, систем охолодження та газорозподілу. Система охолодження складається з ємностей для зберігання рідкого CO_2 , розподільних форсунок. CO_2 транспортують і зберігають у рідкому стані в теплоізованих посудинах за температури -18 – -30°C , яким відповідають значення тиску 1,4–2,1 МПа, такі значення тиску підтримуються за допомогою холодильних агрегатів. У результаті виключаються втрати CO_2 під час зберігання і спрощується його подача в об'єм, що охолоджується, тому що використовується природна різниця тисків. Рідкий CO_2 подають із посудини, яка розташовується за можливості ближче до апарата, через форсунки в охолоджуваний об'єм. Під час дроселювання у форсунках утворюються газ і тверда фаза у вигляді снігу, який зазвичай осідає і накопичується на продукті та елементах конструкції апарата, водночас утворюється щільний шар CO_2 . Такий щільний шар CO_2 небажаний навіть на поверхні продукту, тому що газовий прошарок у зоні контакту з продуктом знижує інтенсивність тепловідведення. У вуглекислотних морозильних апаратах зі спіральним конвеєром цю проблему вирішують так: продукт заморожується в контакті з газоподібною фазою з температурою вище -78°C (зазвичай -60 – -70°C), під час якої тверда фаза перетворюється на газоподібну.

Недоліки:

✓ висока вартість стрічки конвеєра; відносна велика витрата CO_2 , яка залежить від багатьох причин, але у середньому становить 1 кг на 1 кг продукту.

Переваги:

✓ апарат універсальний, призначений для заморожування практично всіх видів продуктів; безперервність дії; інтенсивність холодильної обробки.

3.4.3. Фреонові морозильні апарати

У фреонових морозильних апаратах як охолоджуючу рідину використовують фреони (в основному це R12 і R22), очищені від вільного фтору, який не виявляє негативного впливу на харчові продукти.

Температура кипіння R12 і R22 за атмосферного тиску становить відповідно $-29,8$ і $-40,8^\circ\text{C}$, прихована теплота пароутворення – 166 і 233 кДж/кг. Фреони є інертними до конструкційних матеріалів, але в процесі тривалого контакту з вологим продуктом за температури від 7 до 0°C утворюються гідрати, що псують товарний вигляд продукту.

У цих апаратах, як і в кріогенних, заморожують дрібноштучні харчові продукти – зелений горошок, малина, полуниця, рибні палички, курячі окости тощо.

Заморожування таких продуктів у фреонових апаратах має свої спеціальні особливості. Очищений фреон використовується багаторазово, випаровуючись під час дотику з теплим продуктом та конденсуючись у конденсаторі-випарнику. Таким чином, фреон в апараті служить проміжним теплопередавальним середовищем між продуктом та холодильним агентом, що кипить у конденсаторі-випарнику і виключає надходження домішок (перш за все мастил) в очищений фреон. Але проміжне теплопередавальне середовище є причиною додаткового температурного перепаду в апараті між продуктом і холодильним агентом, що кипить в конденсаторі-випарнику. Тому холодильна установка апарата працює під час понижених температур кипіння.

Фреоновий апарат для заморожування дрібноштучних продуктів (рис. 3.43) складається з теплоізованого контуру, конденсатора-випарника, зрошувального пристрою, вантажного конвеєра, системи відводу і подачі рідкого холодоагенту, завантажувального і розвантажувального транспортерів, привода з варіатором швидкості, лотка з рідким фреоном, зрошувального пристрою, піддона, насоса. Зовнішня обшивка теплоізованого контуру – з листового пластика, а внутрішня – з листів нержавіючої сталі. Між обшивками – ізоляційний шар з пінополіуретану.

Стрічка вантажного конвеєра виготовляється з корозійностійкої сталі і приводиться в рух від варіатора швидкості, за допомогою якого швидкість регулюється в межах від 1 до 5 м/хв.

Транспортером продукт подається в зону охолодження, а потім на вантажному конвеєрі надходить в зону заморожування рідким фреоном, який розпилюється зрошувальним пристроєм. Пара фреону, що утворилась у вантажному відсіку, відводиться в конденсатор-випарник, який призначений для конденсації парів фреону.

У конденсаторі-випарнику пара конденсується і рідина зливається в зрошувальний пристрій, куди насосом також подається рідина з піддона. Під час вивантаження заморожений продукт попадає у зону вирівнювання температур, надлишковий фреон на поверхні продукту випаровується і вирівнює його температуру за об'ємом, після чого продукт вивантажується для подальшої обробки і зберігання.

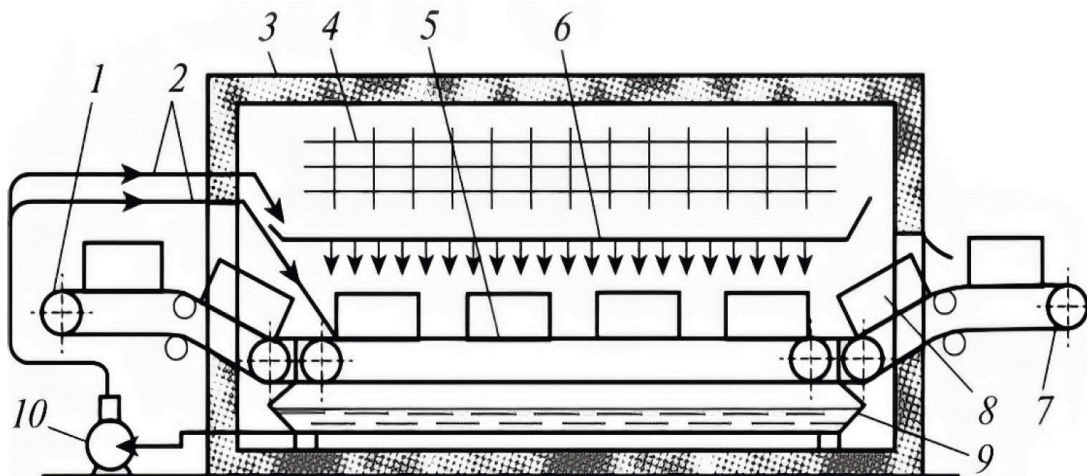


Рис. 3.43. Схема фреонового морозильного апарата для заморожування дрібноштучних продуктів:

- 1 – вантажувальний транспортер; 2 – трубовід подачі рідкого фреону; 3 – теплоізований контур; 4 – конденсатор-випарник; 5 – вантажний конвеєр; 6 – зрошувальний пристрій;
7 – вивантажувальний транспортер; 8 – блок замороженого продукту;
9 – піддон; 10 – насос

Недоліки:

✓ *вартість R12 і R22 приблизно на порядок вища, ніж азоту і вуглекислоти; постійне спостереження за герметичністю і додавання рідкого фреону, який втрачається під час заморожування.*

Переваги:

✓ *апарат компактний; простий у монтажі; заморожені в ньому продукти мають хороший зовнішній вигляд та хороші смакові якості; мінімальна усушка.*

3.4.4. Апарати для заморожування продуктів рідкими холодоносіями

Під час заморожування харчових продуктів у рідких некиплячих середовищах як останні використовують водяні розчини хлориду натрію або калію певної концентрації, або суміш води із пропіленгліколем за температури не вище -20°C . Цей метод застосовують, наприклад, для заморожування тушок птиці шляхом зрошення або занурення. Щоб захистити продукт від впливу розчинів, його герметично упаковують у полімерні матеріали. З упаковки видаляється повітря для щільного прилягання плівки до продукту.

Схема досить простого за конструкцією іммерсійного апарата для заморожування харчових продуктів рідкими холодоносіями такого типу подано на рис. 3.44. У нижній частині теплоізованого корпусу знаходиться ємність, заповнена 50% розчином пропіленгліколю, в якій розміщений випарник холодильної машини з мішалкою. Над випарником нижче рівня холодоносія встановлені дві сітчасті перегородки, що утворюють канал, по якому рухається заморожуваний продукт. У верхній частині корпусу над ємністю знаходиться конвеєр, тягові ланцюги якого обладнані поперечно розташованими вертикальними решітчастими пластинами, які під час руху між сітчастими перегородками транспортують продукт через ємність з холодоносієм.

Продукти у шматочках товщиною 22–46 мм, що запаковані в плівку під вакуумом, подаються з пакувального автомата до вантажувального вікна і скидаються в апарат. Продукт потрапляє в

канал, утворений двома сітчастими перегородками, захоплюється пластинами конвеєра і транспортується під рівнем холодоносія, тому що верхня перегородка перешкоджає його спливанню. Не доходячи до краю ємності, продукт виводиться з холодоносія для того, щоб вилучити з поверхні пропіленгліколь. Далі продукт надходить в інший конвеєр, де зрошується водою впродовж 1 хв.

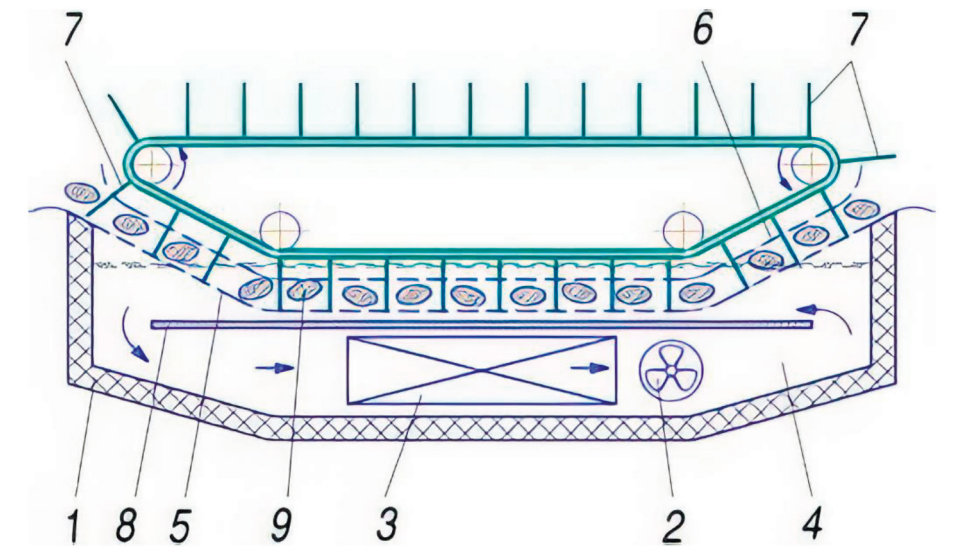


Рис. 3.44. Імерсійний апарат для заморожування харчових продуктів ріди́кими холодоносіями:

1 – теплоізоляційний контур; 2 – мішалка; 3 – випарник; 4 – ємність з холодоносієм;
5 – нижня сітчаста перегородка; 6 – верхня сітчаста перегородка; 7 – решітчасті пластины конвеєра; 8 – перегородка; 9 – продукт

Після заморожування розчини видаляють водою. Середня тривалість заморожування тушок птиці в розчині хлориду кальцію за температури $-26 - -30^{\circ}\text{C}$ становить 20–30 хв.

Швидке відведення теплоти забезпечує високу якість продукції. Апарати для заморожування продукту в холодоносії достатньо інтенсивні, наприклад, за температури $-25 - -30^{\circ}\text{C}$ тушки птиці заморожуються у 7–8 разів швидше, ніж у повітряних апаратах.

Недоліки:

✓ необхідність застосування в конструкції корозійностійкої сталі через підвищення корозії від використання водних розчинів солей.

Переваги:

✓ проста конструкція; інтенсивність заморожування; мала метало- та енергоємність; відсутня необхідність герметизації вантажного відсіку.

Апарат для заморожування упакованих тушок птиці (рис. 3.45) використовують для попереднього заморожування, а остаточне – проводиться в холодильних камерах за температури до -30°C .

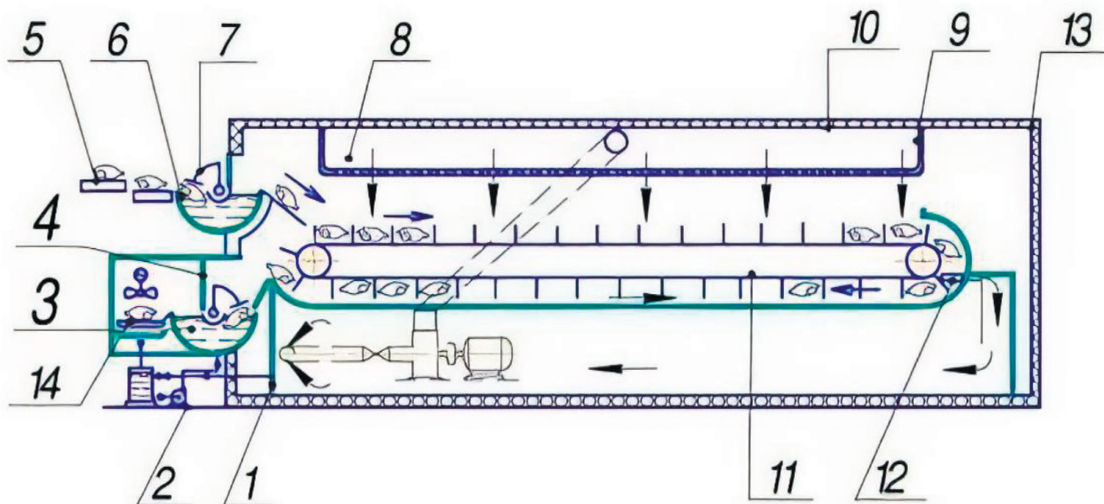


Рис. 3.45. Апарат для заморожування упакованих тушок птиці в рідкому холодоносії:

- 1 – ванна з холодоносієм; 2 – насос для підтримки рівня холодоносія;
 3 – розвантажувальний гідравлічний затвор; 4, 7 – виштовхувальні пристрої;
 5 – транспортер для подачі тушок до затвора; 6 – завантажувальний гідравлічний затвор;
 8 – перфорований піддон; 9 – фільтри; 10 – розподільний колектор;
 11 – транспортерна стрічка з перегородками; 12 – водозливний отвір;
 13 – ізований корпус; 14 – розвантажувальний транспортер із вентиляторами

Апарат складається із теплоізованого контуру, охолоджуючої ванни, завантажувального й розвантажувального гідравлічних затворів, виштовхувальних пристроїв, транспортера для подачі тушок до затвора транспортерної стрічки з перегородками, розвантажувального транспортера з вентиляторами, циркуляційних насосів, випарників, розподільних колекторів, перфорованих піддонів, ізованого контуру.

Як холодоносієм застосовують водний розчин пропіленгліколю або хлористого кальцію.

Тривалість заморожування в рідкому холодоносії становить 20–40 хв залежно від розмірів тушок.

Недоліки:

✓ необхідність встановлення насосів для циркуляції холодоносія; застосування в конструкції корозійностійкої сталі через підвищення корозії від використання водних розчинів солей.

Переваги:

✓ використання нижньої гілки транспортерної стрічки, у зв'язку з чим збільшується продуктивність; конструкція апарата дозволяє уникнути деконцентрації холодоносія.

Тушки птиці, що підлягають заморожуванню, направляються до завантажувального гідравлічного затвора, де за допомогою насоса постійно підтримується рівень холодоносія для того, щоб повітря не могло проникнути всередину апарата. Після того, як тушки птиці потрапляють у ліву частину завантажувального затвора, спрацьовує виштовхувальний пристрій, що занурює тушки в холодоносієм, а потім подає їх у порожню клітку транспортерної стрічки, що займає вихідну позицію для завантаження. Клітка утворена спеціальними перегородками, що розміщують тушки. Проходячи верхньою ділянкою транспортерної стрічки, тушки птиці рясно

зрошуються холодоносієм, а потім надходять у охолоджувальну ванну з холодоносієм. Коли тушки досягнуть кінця охолоджувальної ванни, вони направляються в розвантажувальний гідравлічний затвор, із якого їх видаляє виштовхувальний пристрій.

Після виходу з апарата заморожений продукт попадає на розвантажувальний транспортер, що обдувається вентилятором. Краплини холодоносія, що залишилися на поверхні заморожених тушок, здуваються повітряним струменем і збираються в спеціальний піддон. Із піддона холодоносій направляється в завантажувальний затвор. Заморожені тушки попадають під водяний душ, підсушуються другим вентилятором.

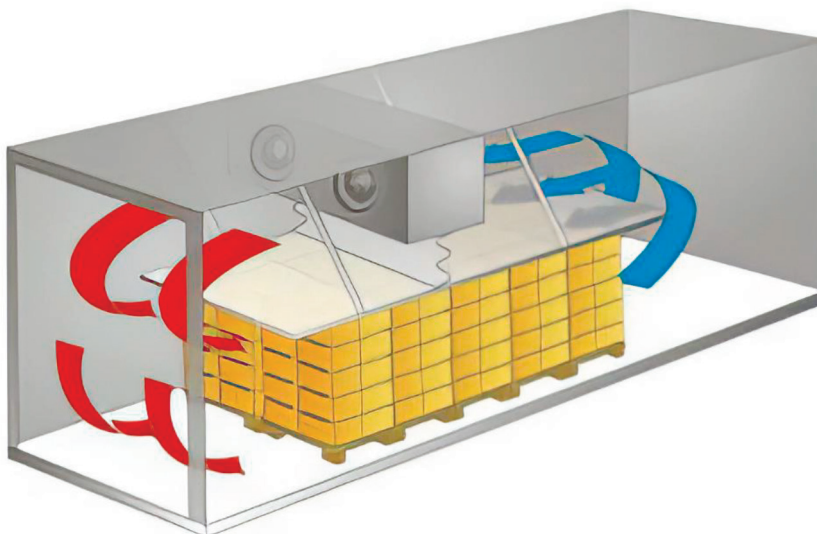
За допомогою двох циркуляційних насосів холодоносії засмоктується з випарників і надходить у розподільні колектори, а потім у перфоровані зрошувальні піддони. Холодоносії, стікаючи тонкими цівками на тушки птиці, направляється в охолоджувальну ванну і через водозливні отвори знову попадає у випарник. В апараті здійснюється протитечієвий рух холодоносія відносно руху тушок птиці, що поліпшує теплообмін під час заморожування.



Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняються тунель, камера та морозильний апарат?
2. За якими ознаками класифікують холодильне технологічне обладнання камер заморожування м'яса?
3. Яке призначення камер із примусовим рухом повітря? Назвіть переваги та недоліки застосування камер із примусовим рухом повітря?
4. Які системи розподілу повітря є найефективнішими для заморожування м'яса?
5. Яке призначення має повітроохолоджувач у повітряних морозильних апаратах?
6. За якими ознаками класифікують візкові морозильні апарати? Які переваги та недоліки застосування візкових морозильних апаратів?
7. Охарактеризуйте конвеєрні повітряні морозильні апарати. Які переваги та недоліки застосування повітряних морозильних апаратів?
8. Які особливості морозильних апаратів зі спіральним конвеєром? Які галузі застосування апаратів зі спіральним конвеєром?
9. За допомогою яких апаратів здійснюється заморожування розфасованих продуктів?
10. Які особливості гравітаційних морозильних апаратів? Які галузі застосування гравітаційних морозильних апаратів?
11. Чим відрізняються флюїдизаційні морозильні апарати?
12. Охарактеризуйте призначення апаратів безконтактного заморожування харчових продуктів.
13. За якими ознаками поділяють плиткові морозильні апарати?
14. В яких апаратах заморожувальним елементом є барабан?
15. В яких апаратах заморожування продуктів здійснюється рідким холодоносієм?
16. Охарактеризуйте апарати контактного заморожування харчових продуктів.
17. У чому полягають особливості заморожування харчових продуктів контактним способом?
18. Як здійснюється процес заморожування в імєрсійних апаратах?
19. Які апарати кріогенного заморожування найчастіше використовують на підприємствах харчової промисловості?
20. Наведіть приклади практичного застосування вуглекислотних морозильних апаратів.
21. Наведіть приклади практичного застосування фреонових морозильних апаратів.
22. Охарактеризуйте апарати для заморожування продуктів холодоносіями.

4. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ



4.1. Установки з підведенням тепла до поверхні продукту

4.1.1. Обладнання для організації процесу дефростації в камерах

4.1.2. Установки для розморожування харчових продуктів у потоці вологого повітря

4.1.3. Установки для розморожування харчових продуктів у вакуумі

4.1.4. Установки для розморожування продуктів зануренням у воду

4.1.5. Установки для розморожування харчових продуктів водою шляхом зрошення

4.1.6. Установка для комбінованого розморожування харчових продуктів повітрям і водою

4.1.7. Основи розрахунку тривалості розморожування харчових продуктів, та кількості теплоти підведеної до продукту під час його розморожування

4.2. Установки з підведенням тепла до об'єму продукту



Розморожування (дефростація) – це завершальний процес холодильної обробки харчових продуктів, метою якого є максимальне відновлення їхніх первісних властивостей. Під час розморожування харчові продукти нагрівають до температури, за якої можлива їх подальша технологічна обробка.



Мета розморожування морозених харчових продуктів – їх отоплення для додавання властивостей, близьких до незаморожених продуктів. Найпоширеніший спосіб розморожування – теплова обробка морозених продуктів у повітряному середовищі. За всіх способів теплової обробки морозених харчових продуктів у повітряному середовищі створюють підвищену вологість повітря в межах 85–95%

Під час розморожування харчові продукти теплюють до температури, за якої можлива їх подальша технологічна обробка.

Використовувані на сьогодні установки для розморожування харчових продуктів за способом підведення тепла до продукту, який розморожуються, можна класифікувати на установки з підведенням тепла до поверхні й обсягу продукту.

Крім цього їх можна класифікувати:	
<i>за видом оброблюваної сировини</i>	<i>– для риби, нерибних об'єктів і комбіновані</i>
<i>за принципом дії</i>	<i>– періодичної й безперервної</i>
<i>за способом нагрівання</i>	<i>– поверхневого й об'ємного</i>
<i>за видом контакту з середовищем, яке розморожує</i>	<i>– безконтактні й контактні (занурювальні, зрошувальні й комбіновані)</i>
<i>за характером циркуляції середовища, яке розморожує</i>	<i>– із природною й примусовою циркуляцією</i>
<i>за конструктивною ознакою</i>	<i>– конвеєрні, камерні, тунельні, роторні</i>
<i>за способом механізації</i>	<i>– немеханізовані й механізовані</i>
<i>за видом завантаження</i>	<i>– із завантаженням блоками, поштучно, навалом</i>
<i>за видом транспортних засобів переміщення продукту, який розморожується</i>	<i>– візкові, контейнерні, конвеєрні й гравітаційні</i>

Крім цього дефростери можуть бути складовими частинами установок для розморожування й миття, розморожування й засолу.

4.1. Установки з підведенням тепла до поверхні продукту



Для розморожування харчових продуктів використовують установки для розморожування харчових продуктів:

- у потоці повітря й у потоці вологого повітря
- у вакуумі й воді
- установки для комбінованого розморожування харчових продуктів у воді й повітрі

Установки для розморожування харчових продуктів у потоці повітря

Установки набули широке поширення на м'ясокомбінатах. До складу установки входять канали із соплами діаметром 40 мм, призначені для подачі теплого повітря в камеру. Канали із соплами розміщені між підвісними шляхами під їхнім каркасом. Кожний канал обслуговується самостійним вентиляційно-опалювальним агрегатом, що складається з калорифера й вентилятора, установленими на каркасі підвісного шляху (рис. 4.1).

Система розподілу повітря дозволяє проводити розморожування м'яса під час завантаження будь-якої нитки підвісних шляхів камери.



Рис. 4.1. Установка для розморожування м'яса в потоці повітря:
1 – калорифер; 2 – вентилятор; 3 – підвісний шлях; 4 – канали з соплами

4.1.1. Обладнання для організації процесу дефростації в камерах

Установка камери дефростації, призначена для забезпечення процесу розморожування риби.



Рис. 4.2. Розташування візків у камері дефростації

Установка складається з однієї теплоізолюваної камери з обладнанням для підтримання необхідних у процесі дефростації параметрів повітря (обладнання розміщується в кожній камері) і комплекту з 12 візків (рис. 4.2). Камера має зовнішні розміри 6670'2900'3095 мм (довжина'ширина'висота).

Теплоізоляційним матеріалом для стін і стелі камери є самонесучі сендвіч-панелі. Теплоізоляційний матеріал – пінополіуретан. Поверхня панелей зсередини і зовні виконана з оцинкованої сталі з білим полімерним покриттям.

Корисна (робоча) висота камер регулюється підйомною стелею (рис.4.3). Установлена потужність тенів нагрівання повітря для однієї камери складає 70 кВт.



Рис. 4.3. Підйомна стеля

Охолодження повітря в камері здійснюється за допомогою однієї холодильної установки. Холодильна установка збирається на базі одного поршневого герметичного компресора моделі МТ 40 фірми Maneurop (Франція) (або моделі TAG 4540 фірми Tecumseh (Франція)). Споживана потужність компресора складає 2,7 кВт за холодопродуктивності 5,2 кВт за температури довкілля +30°C (температура конденсації + 45°C, температура кипіння -10°C), холодоагент – R22. Компресорно-конденсаторні агрегати розміщуються зовні камер, випарники – всередині.

Контроль над поточними параметрами температури повітря здійснюється трьома датчиками з комп'ютерним управлінням, розташованими на поверхні продукту, в тілі продукту і в об'ємі камери.

Управління роботою теплового та холодильного обладнання, а також уприскуванням води здійснюється за допомогою електронного програмованого контролера, відповідно до даних, що надходять від датчиків температури й вологості.

Усі елементи схеми автоматичного управління процесом дефростації, за винятком датчиків температури, вологості й виносної панелі управління, розташовуються в електричних щитах управління. Щити проєктуються відповідно до режиму роботи установки. Номінальна напруга – 380 В. Щити управління розташовуються зовні камер.

Дефростер Cabinplant TC-2

Принцип роботи цієї камери полягає в такому: заморожена продукція з температурою мінус 20 °С, укладена на візки, поміщається в камеру (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Дефростер Cabinplant TC-2

Дефростери серії VGKL (Китай)

Оператор вибирає необхідну програму розморожування на цифровому дисплеї. Процес дефростації повністю автоматизований і управляється комп'ютером. Існують 10 програм дефростації. У автоматичному режимі температура в камері спочатку піднімається до 30°C, потім знижується до 25, 20, 10°C. Водночас у загальний цикл дефростації займає 2,5 години.

Запуск процесу дефростації може бути запрограмований на певний час, щоб продукція була готова до початку вранішньої зміни.

У процесі дефростації в камері підтримується потрібна вологість шляхом періодичного уприскування води. Щоб забезпечити рівномірну дефростацію продукції, напрям потоку повітря періодично змінюється, водночас забезпечується оптимальний горизонтальний рух повітряних мас.

Використовується холодне і чисте повітря з високою вологістю потоків, які поступають на поверхню продукту рівномірно, розморожування продукції відбувається поволі. Електричні труби опалювання (або труби парового опалювання) нагрівають воду, щоб постачати не тільки тепло, але й вологість за допомогою водяного насоса. Система охолодження контролює внутрішню температуру дефростера. Всі процеси розморожування контролюються PLC і сенсорним екраном, якими легко управляти.

Заморожені продукти можуть бути рівномірно розморожені від центра до поверхні. Після розморожування продукти виглядають, як свіжі, з невеликою памороззю на поверхні. Живильний сік повністю поглинається клітками продукту упродовж процесу розморожування, що дозволяє зберегти натуральний колір і смак та зменшити втрати поживних речовин після розморожування. Знижується коефіцієнт втрати ваги (в межах 1%), що дозволяє заводам харчової промисловості знизити втрати.



а



б

Рис. 4.5. Камера дефростації серії VGKL:
а – зовнішній вигляд; б – вигляд візків всередині камери

Використовується пристрій для низькотемпературного зволоження, процес розморожування поділяється на 3 етапи. Конструкція може забезпечити високу якість розморожування і в той же час зменшити його час. На рис. 4.5а зображено зовнішній вигляд камери, а на рис. 4.5б – розташування візків всередині камери.

Дезінфектор (опція) забезпечує надходження деякої кількості озону в дефростер на вході і на виході продукції, озон може знищувати бактерії усередині дефростера та забезпечує підтримання санітарних умов у області розморожування.

Застосовується сенсорний екран і PLC для контролю електричних компонентів. Можна вводити різні програми розморожування залежно від виду продуктів, і єдине, що користувачам необхідно зробити, це запустити програму.

Вона може перейти в стан свіжої консервації автоматично після розморожування, і свіжі продукти будуть доступні у будь-який час.

Такі камери широко використовуються на харчових переробних заводах, які застосовують заморожені продукти як сировину, і в компаніях, які потребують безпечних і гігієнічно розморожених продуктів із невеликою втратою ваги, як під час обробки м'ясних і морепродуктів.

4.1.2. Установки для розморожування харчових продуктів у потоці вологого повітря

Установки одержали широке поширення для розморожування рибного філе. Установка складається з ізолюваного контуру, вантажного конвеєра, відцентрового вентилятора, калорифера, системи зволоження повітря й повітроводів (рис.4.6).

Заморожені блоки рибного філе подаються на стрічку вантажного конвеєра. Безупинно переміщаючись на вантажному конвеєрі, блоки обдуваються вологим повітрям, рух якого створюється відцентровим вентилятором. Для забезпечення спрямованого й рівномірного обдування продукту теплим повітрям у повітроводі встановлені напрямні щити. Відцентровий вентилятор засмоктує повітря з вантажного відсіку установки й направляє його в калорифери й систему зволоження. Зволоження повітря здійснюється подачею гострої пари в потік повітря або безпосереднім розбризкуванням води на продукт. Швидкість руху вантажного конвеєра має бути такою, щоб блоки за час переміщення в апараті були розморожені. Під час розморожування продуктів у таких установках практично не відбувається втрат маси продукту.

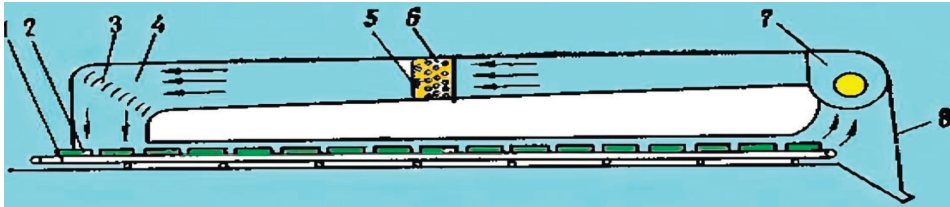


Рис. 4.6. Установка для разморозування блокових продуктів у потоці вологого повітря:

- 1 – вантажний конвеєр; 2 – блоки замороженого продукту; 3 – напрямні щити;
4 – повітропровід; 5 – система зволоження повітря; 6 – калорифер;
7 – відцентровий вентилятор; 8 – ізольований контур

Недоліки:

✓ недостатня інтенсивність процесу разморозування.

Переваги:

✓ простота конструкції й незначні експлуатаційні й капітальні витрати.

4.1.3. Установки для разморозування харчових продуктів у вакуумі

Разморозування блокових продуктів проводять і в установках для разморозування харчових продуктів у вакуумі (рис.4.7).

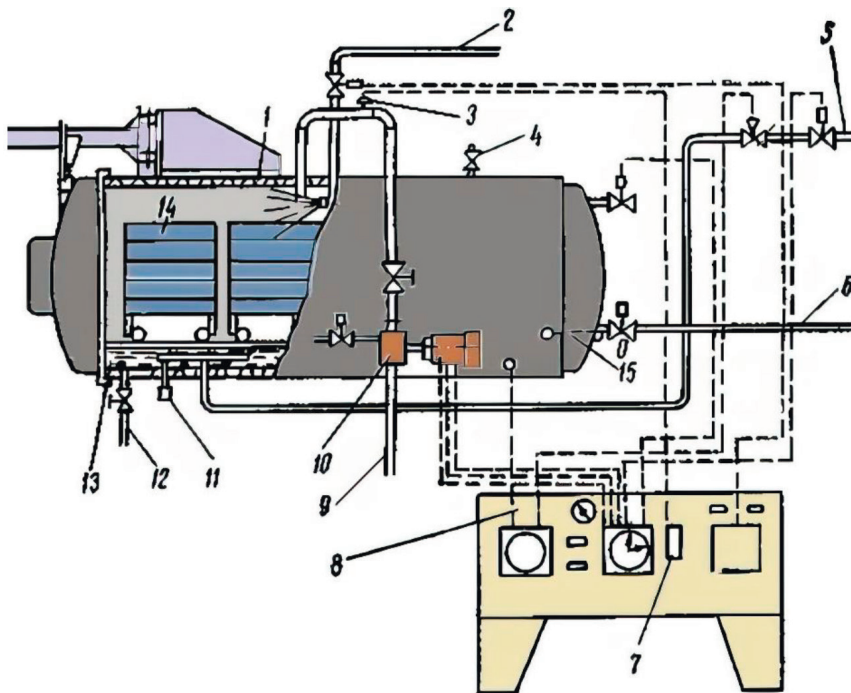


Рис. 4.7. Установка для разморозування блокових продуктів у вакуумі:

- 1 – герметична камера; 2 – трубопровід для миття; 3 – вакуумне реле; 4 – запобіжний клапан;
5 – трубопровід подання пари; 6 – трубопровід для подання води; 7 – вакуумметр; 8 – вимірювальний щит;
9 – трубопровід для відсмоктування повітря; 10 – вакуум-насос; 11 – датчик температури;
12 – трубопровід для спуску води (дренаж) із герметичної камери; 13 – вода; 14 – візки; 15 – датчик тиску

Під час розморожування продуктів у таких установках можна використовувати пару з низькою температурою й тим самим виключити негативний вплив на продукт високих температур. Установка складається з герметичної камери (циліндричної форми) з відкидною кришкою, вакуум-насоса, трубопроводів подачі пари й відсмоктування повітря, візків, датчиків температури й тиску повітря.

Морожені блоки укладають у сітчасті касети, які розміщують на візках і направляють у герметичну камеру. Вакуумування герметичної камери здійснюється вакуум-насосом до залишкового тиску 2,6–2,8 кПа. Після цього в апарат подають водяну пару. За досягнення в установці температури 21–22°C подання пари припиняється. За температури 21–22°C, зниженому тиску й 100% відносній вологості повітря в установці процес розморожування блокових продуктів інтенсивний, втрата маси продуктом мінімальна, не відбувається перегріву продукту.

Недоліки:

✓ невисокі капітальні й експлуатаційні витрати.

Переваги:

✓ періодичність роботи установки, що не дозволяє використовувати їх в потокових лініях.

У кількість способів інноваційного розморожування входять два: із застосуванням перекидачів з паровою вакуумною системою і в камерах з холодною конвекцією.



Рис. 4.8. Перекидувачі з паровою вакуумною системою



Рис. 4.9. Радіочастотний зонд для повного контролю температури продукту



Промислове кондиціювання камери охолодження і зберігання ковбас



Принцип роботи

- Технологія динамічного розморожування поєднує впорскування пари під вакуумом і нагрівання.
- Незалежно від того, який тип склянки ви використовуєте, одинарну чи подвійну, енергії можна додати безпосередньо через впорскування живої пари та/або прямий контакт через енергію вивільняється барабанною котушкою з подвійною оболонкою.
- Поступове впорскування регульованої пари під вакуумом забезпечує передачу прихованої тепло конденсації пари регулярним і контрольованим способом, щоб уникнути будь-якої поверхні.
- Завдяки обертанню, яке поступово розділяє блок для ідеальної однорідності, температура та контроль низького вакуумного тиску гарантує кінцеву якість білковий продукт.
- Радіочастотний зонд, контактуючи з продуктом, керує температурою через весь процес. Він контролює температуру подвійної сорочки та додавання пари.
- Після розморожування можливе засолювання та маринування



Рис. 4.10. Продукти на розморожуванні в перекидувачі



Технічний принцип холодної конвекції

- Швидке розморожування в холодній конвекції оптимізує умови теплообміну між температурами камери, поверхні та серця продукту.
- Щоб мати оптимальне розморожування за допомогою цієї техніки, Lutetia використовує два фактори:
 - інтенсивна циркуляція повітря навколо всіх продуктів;
 - за допомогою подачі пари під низьким тиском або туману холодної води.
- Весь процес контролюється програмою, розробленою Lutetia в поєднанні з ядром і поверхнею температурної зони.
- Контроль температури важливий для забезпечення якості та гігієни продукту

Рис. 4.11. Камери з холодною конвекцією



Рис. 4.12. Продукти на розморожуванні в камері

4.1.4. Установки для розморожування продуктів зануренням у воду

Широке поширення одержали установки для розморожування продуктів зануренням у воду (рис. 4.13). Установка складається з ванни з водою, кошиків із блоками морозеної риби, переміщуваних ланцюговим конвеєром, відцентрових насосів, водопідігрівача, електродвигуна ланцюгового конвеєра з варіатором швидкості.

Блоки морозеної риби подаються в закріплені на ланцюговому конвеєрі кошики. Верхня гілка ланцюгового конвеєра з кошиками спочатку рухається в повітрі, а потім проходить через ванну з водою. Таким чином, у цій установці обидві гілки ланцюгового конвеєра є робочими. На верхній гілці йде повільніше розморожування блоків, а на нижній – швидше. Для інтенсифікації процесу розморожування блоків на нижній гілці у ванну подається стиснене повітря й за рахунок барботажу інтенсифікується процес розморожування. Розморожену рибу вивантажують із нижньої гілки ланцюгового конвеєра й направляють на переробку.

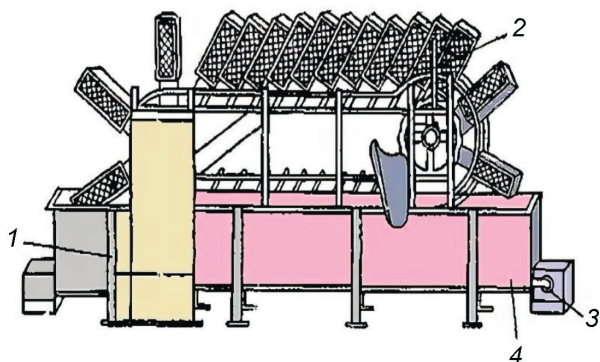


Рис. 4.13. Установка для розморожування продуктів зануренням у воду:

1 – каркас установки; 2 – кошики із блоками риби;

3 – відцентрові насоси; 4 – ванна з водою

Недоліки:

- ✓ великі витрати води;
- ✓ відсутність засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

Переваги:

- ✓ інтенсивність процесу розморожування;
- ✓ простота пристрою, зручність експлуатації.

Механізований дефростер занурювального типу (рис. 4.14), призначений для розморожування брикетів морозеної сардини, оселедця, салаки, скумбрії, ставриди й інших дрібних видів риб.

Розморожування риби здійснюється під час її транспортування уздовж ванни (місткістю 16 м³) з водою, що підігрівається парою до температури 298 К. Витрата води 154 м³/год. Пара (витрати 150 кг/год) подають у паровий барботер для нагрівання води до 25°C і підтримки цієї температури упродовж процесу розморожування. Для прискорення розморожування риби воду у ванні турбулізують повітрям (витрата 530 м³/год) під тиском 0,12 МПа.

Блок риби вручну зіштовхують із завантажувального майданчика на полотно дефростації. Швидкості руху полотен дефростації й виносного конвеєра відповідно рівні 0,002–0,009 м/с і 0,009–0,04 м/с. Розморожена риба, що пройшла через ванну, ополіскується струменями чистої води зі зрошувача, виводиться виносним конвеєром через лоток вивантаження і направляється на подальшу переробку. Продуктивність дефростера 1500 кг/год, установлена потужність електроприводу 4,5 кВт, габаритні розміри 15300×1400×1700 мм, маса 2800 кг.



Рис. 4.14. Дефростер занурювального типу

4.1.5. Установки для розморожування харчових продуктів водою шляхом зрошення

Для поліпшення санітарних умов під час розморожування може застосовуватися зрошення продуктів водою. Установка для розморожування харчових продуктів водою шляхом їхнього зрошення (рис. 4.15) складається зі зрошувального пристрою, каркаса, сітчастого конвеєра, касет для блоків риби, піддона й електродвигуна сітчастого конвеєра з варіатором швидкості.

Блоки мороженої риби, установлені в касети, зрошуються водою зі зрошувального пристрою. Верхні краї стінок касет для блоків риби мають вирізи для зливу води. Для рівномірного зрошення блоків в установці є спеціальні напрямні. Розморожені частини блоків риби подають на сітчастий конвеєр і направляють на переробку. Вода, потрапляючи на сітчастий конвеєр, збирається в піддоні. З нього вона відцентровим насосом перекачується в пристрій, де фільтрується, дезінфікується й підігріта знову подається в зрошувач.

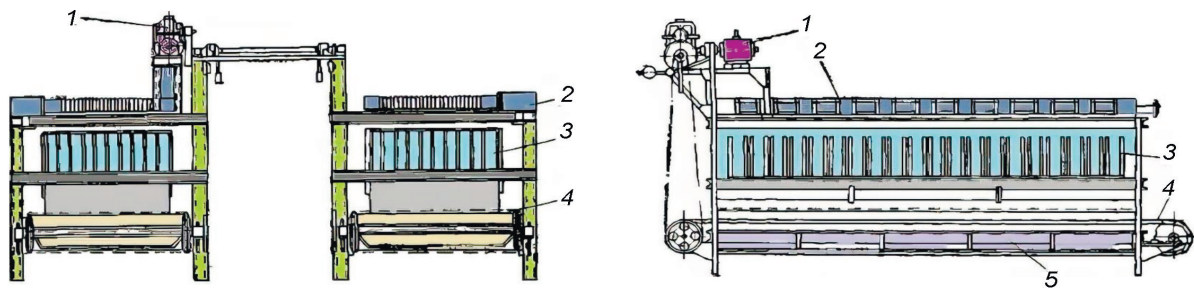


Рис. 4.15. Установка для размораживания пищевых продуктов в воде шляхом зрошення:

1 – привод конвеєра з варіатором швидкостей; 2 – зрошувальний пристрій;

3 – касети для блоків риби; 4 – сітчастий конвеєр; 5 – піддон

Переваги:

✓ гарні санітарні умови разморожування, а також механізація розвантаження размороженого продукту.

Дефростер для блоків морепродуктів призначений для разморожування мороженої риби, кальмарів, креветок (рис. 4.16). Одноразове завантаження апарата 1500 кг блоками розміром 800×250×80 мм. Основна частина дефростера – ванна, дно якої має ухил у бік вивантаження.

Разморожування здійснюється зрошенням водою, яку подають із колектора насосом. Блоки замороженого продукту завантажують у проміжки між барботерними трубками. Під час зрошення водою блоки разморожуються й розламуються. Відпала риба, кальмари або креветки провалюються на похиле дно ванни й переміщуються з водою, що через водовідділювальні лотки надходить у резервуар для наступної рециркуляції. Габаритні розміри дефростера 6200×3400×2050 мм, маса 4240 кг, потужність установленого електропривода насоса 20 кВт.

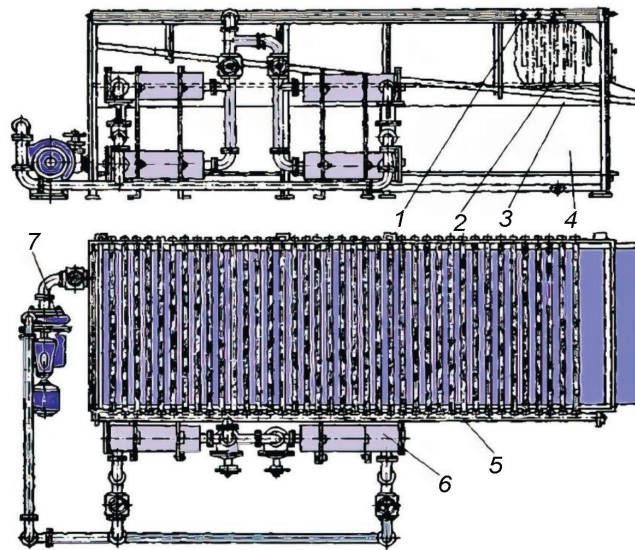


Рис. 4.16. Дефростер для блоків морепродуктів:

1 – барботерні трубки; 2 – удаване дно; 3 – корпус; 4 – ємність для збирання води;
5 – колектор; 6 – фільтр для води; 7 – насос

Універсальний дефростер безперервної дії зрошувального типу, призначений для розморожування блоків риби розміром 600×250×800 мм і масою 10–12 кг. Для розморожування використовується вода температурою 18–20°C, яка подається під тиском 0,196 МПа, витрата 3 м³. Початкова температура блока риби мінус 18°C.

Температура риби після розморожування – 1–0°C. Вода підігрівається паром тиском 0,59 МПа, витрата – 280 кг/год.

Блок мороженої риби зі стола завантаження вручну зіштовхують в одну з розкритих касет полотна верхнього конвеєра.

Під час переходу ланцюга із зірочки на прямолінійну ділянку касета закривається, блок риби з горизонтального положення переходить у вертикальне, й уся поверхня блока зрошується водою, що стікає з обтічників. Під час переходу блоків із верхньої на нижню гілку конвеєра упори кронштейнів касети втримують їх від випадання.

На нижній гілці верхнього конвеєра блок риби перевертається на 180° і зрошується струменями води, що стікають із блоків, які рухаються вище. Після проходження нижньої гілки верхнього конвеєра касети, обгинаючи зірочки, розкриваються, й блоки під дією власної ваги випадають, а ті, що затрималися, виштовхуються упорами на полотно нижнього конвеєра, на якому вони також зрошуються струменями води, що стікають із блоків, розташованих вище. Якщо блок залишився в касеті, то упори виштовхувача, потрапляючи між касетами, виштовхують його на вібротік. Під час перевантаження з верхнього конвеєра на нижній блоки риби, потрапляючи на вібротік, розпадаються.

Остаточне розморожування риби відбувається на нижньому конвеєрі струменями води, що стікають із блоків верхнього конвеєра, або зануренням конвеєра з рибою у ванну з водою. Для інтенсифікації теплообміну воду барботують повітрям тиском 0,59 МПа, витрата 0,35 м³/год.

Продуктивність дефростера 1000 кг/год, габаритні розміри 8500×2345×2500 мм, маса 3075 кг, установлена потужність електропривода разом із насосом 8,6 кВт.

Дефростери серії Н2-ИТА

Дефростер універсальний Н2-ИТА110 механізований безперервної дії для розморожування риби та м'яса блоками й розсипом (рис. 4.17).



Рис. 4.17. Дефростер універсальний H2-ITA110

Колекторами з двох боків дефростера подається вода на зрошувачі. Брикети з конвеєра завантажуються вручну в касету полотна верхнього транспортера під час розкриття касети. З моменту закриття касет брикет зрошується водою, що стікає з обтічників. Під час переходу на нижню гілку транспортера брикет перевертається на 180° і зрошується струменями води, що стікають із розташованих вище рухомих брикетів. Після проходження нижнього полотна брикети випадають із касет, що розкрилися. Дефростована риба подається полотном нижнього транспортера на наступну технологічну операцію. Вода після зрошування брикетів збирається в піддоні.

Дефростер універсальний H2-ITA112

Універсальний механізований дефростер безперервної дії для розморожування риби й м'яса блоками (рис. 4.18).



Рис. 4.18. Дефростер універсальний H2-ITA112

Дефростер універсальний Н2-ИТА112, призначений для розморожування брикетів риби й м'яса з розмірами 600(800)×250(500)×60(100) мм і масою до 12 кг. Можливі модифікації для обробки блоків інших розмірів. Залежно від виду оброблюваної риби або температури мороженого блока можна регулювати час дефростації.

Н2-ИТА112 відноситься до дефростерів зрошувального типу: розморожування проводиться шляхом зрошування продукту струменями теплої води. На виході встановлений зрошувач для ополіскування розмороженої сировини, тобто вже в дефростері здійснюється первинне миття сировини. Обслуговується одним оператором на ділянці завантаження блоків.

Блок мороженої риби зі столу завантаження вручну скидається на полотно верхнього конвеєра.

Дефростована риба подається полотном нижнього конвеєра на наступну технологічну операцію.

Вода після зрошування її ополіскування риби збирається у ванні. Для скорочення витрат води здійснюється її циркуляція насосом. Захисні засоби і злив води можливі з обох сторін.

Для видалення піни, що утворюється під час дефростації, одна зі стін ванни виконана на 65 мм нижче за інші, що сприяє переливанню піни з водою в збірний лотік за умови постійного додавання води після ополіскування риби.

Переваги:

- ✓ безперервність (потокова) обробки продукції;
- ✓ висока продуктивність (1000 кг/год);
- ✓ вбудована функція ополіскування продукції;
- ✓ адаптованість до об'єднання в автоматизовані технологічні лінії.

Дефростер універсальний Н2-ИТА113, призначений для розморожування риби та м'яса, заморожених блоками й розсипом із максимальними розмірами блоків 800×500×120 мм.

До дефростерів зрошувального типу відноситься: розморожування проводиться шляхом зрошування продукту струменями теплої води. На виході встановлений зрошувач для ополіскування розмороженої сировини, тобто вже в дефростері здійснюється первинне миття сировини.

Обслуговується одним оператором на ділянці завантаження блоків. Можливі модифікації для обробки блоків інших розмірів.

Блоки мороженої сировини зі столу завантаження вручну укладаються на полотно верхнього конвеєра. У міру проходження блоків верхнім конвеєром вони постійно зрошуються водою, що стікає з обтічників зрошувача. У кінці верхнього конвеєра блоки перекидаються вниз, ковзаючи похилим відбійником, перевертаються на 180° і поступають на проміжний конвеєр.

Інтенсивно зрошуючись стікаючими з верхнього конвеєра струменями, блок до кінця проміжного конвеєра розпадається, і сировина перевалюється на нижній конвеєр, де остаточно розморожується. На виході з дефростера сировина ополіскується струменями чистої води і подається полотном нижнього конвеєра на наступну технологічну операцію.

Вода після зрошування й ополіскування збирається у ванні, для скорочення витрат здійснюється її циркуляція. Ванна для збирання води має конструктивну особливість, що дозволяє постійно видаляти піну, яка утворюється. Піна з водою, переливаючись через торцеву стінку, потрапляє в збірний лотік і далі в каналізацію.

Переваги:

- ✓ безперервність (потокова) обробки продукції;
- ✓ висока продуктивність (1000 кг/год);
- ✓ вбудована функція ополіскування продукції;
- ✓ адаптованість до об'єднання в автоматизовані технологічні лінії.

4.1.6. Установка для комбінованого розморожування харчових продуктів повітрям і водою

Установка призначена для розморожування блоків риби, складається з ванни з водою, душового пристрою, вантажного конвеєра, розвантажувального конвеєра, електродвигунів конвеєрів із варіатором швидкостей.

Блоки мороженої риби надходять на верхню гілку вантажного конвеєра й спочатку рухаються в зоні обдування повітрям (5–15 хвилин), потім упродовж 20–35 хвилин проходять через зону інтенсивного зрошення, де над ванною розташований душовий пристрій. Під час підходу до кінця вантажного конвеєра пластини повертаються, і блоки риби плавно зісковзують по напрямних на нижню гілку вантажного конвеєра й рухаються у ванні з водою у зворотному напрямку, повністю занурені у воду.

На нижній гілці вантажного конвеєра риба упродовж 20–40 хв перебуває у воді, у яку подаються стиснене повітря й пара, що сприяє інтенсивному теплообміну. Пароповітряний колектор перебуває під нижньою гілкою вантажного конвеєра. Розморожену рибу вивантажують за допомогою конвеєра.

У конструкції установки передбачено можливість зміни швидкості руху вантажного конвеєра, температури середовища й кількості води, яка подається для зрошення. Подача води, а також пари й повітря здійснюється загальним колектором, що забезпечує кількісне та якісне регулювання подаваних середовищ. Постійний рівень води у ванні підтримується за допомогою переливного пристрою.

Недоліки:

✓ риба розморожується у ванні з водою, яка вже використовувалася для зрошення, що збільшує бактеріологічну обсеменінність на виході з апарата.

Переваги:

✓ компактність, а також механізація завантаження й вивантаження продукту.

4.1.7. Основи розрахунку тривалості розморожування харчових продуктів та кількості теплоти підведеної до продукту під час його розморожування

Розморожування є заключним етапом в безперервному холодильному ланцюзі перед промисловою переробкою, кулінарною обробкою або випуском продукту в продаж.

Під час розморожування лід, в харчовому продукті, перетворюється в рідку фазу, а потім приймає в клітинну структуру продукту, тобто протікає відновлення перш початкових властивостей продукту.

Ступінь залежить від методу (засобу) холодильної обробки і зберігання продуктів, а також від способів їх розморожування.

Харчові продукти розморожують у повітрі пароповітряному і рідному середовищі, а також в електричному полі.

Термін розморожування залежить від розмірів продуктів, їх теплофізичних властивостей, температури і швидкості руху теплопередавального середовища, а також температури продукту.

Для визначення терміну розморожування харчових продуктів $T_{\text{розм}}$, в секундах, у повітряному і пароповітряному середовищі, різної швидкості руху, використовують залежність

$T_{\text{розм}} = \frac{q_{\text{розм}} \cdot \rho_{\text{пр}} \cdot R_{\text{пр}}}{t_{\text{ср}} - t_{\text{кр}}} \cdot \left[\frac{R_{\text{пр}}}{2\lambda_{\text{пр}}} + \frac{1}{\alpha} \right] \cdot \Phi \cdot K_{\text{п}} \cdot 10^3,$		(4.1)
де	$q_{\text{розм}}$ – питома теплота розморожування, кДж/кг; $\rho_{\text{пр}}$ – щільність продукту, кг/м ³ ; $\lambda_{\text{пр}}$ – коефіцієнт теплопровідності, розморожування продукту, Вт/м·К; α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м·К; Φ – коефіцієнт, що враховує відмінність форми продукту від пластини; $K_{\text{ц}}$ – коефіцієнт, що враховує термін процесу теплової обробки продукту від початкової до криоскопічної температури ($K_{\text{ц}} = 1,2 \sim 1,3$)	

Для визначення терміну розморожування риби $T_{\text{розм}}$, в секундах, є залежність під час занурення в воду:

$T_{\text{розм}} = \frac{K_{\text{р}} \cdot \rho_{\text{р}} \cdot q_{\text{р}} \cdot l_{\text{р}} \cdot (2k_{\text{р}} + \alpha \cdot l_{\text{р}})}{10 \cdot \lambda_{\text{р}} \cdot \alpha \cdot (t_{\text{ср}} + t_{\text{кр}})} \cdot 3600$	(4.2)
--	-------

під час зрошення водою:

$T_{\text{розм}} = \left[\frac{6300 \cdot l_{\text{р}}}{t_{\text{w}}^2 + 200} + 0,91 \right] \cdot 3600$		(4.3)
де	$K_{\text{ср}}$ – коефіцієнт, що враховує форму риби ($K_{\text{ф}} = 0,7 - 1$); $\rho_{\text{р}}$ – щільність риби, кг/м ³ ; $l_{\text{р}}$ – характерний розмір риби (рибного блока), м; $\lambda_{\text{р}}$ – коефіцієнт розмороженої риби, Вт/м·К; t_{w} – температура води, °C	

Кількість теплоти, підведеної до продуктів під час їх розморожування, $Q_{\text{розм}}$, у кВт, обчислюють за формулою:

$Q_{\text{розм}} = G_{\text{пр}} \cdot (i_{\text{кн}} + i_{\text{пч}})$		(4.4)
де	$G_{\text{пр}}$ – маса продукту, кг; $i_{\text{кн}}, i_{\text{пч}}$ – ентальпія продукту відповідно до прикінцевої і початкової температури, кДж/кг.	

а теплове навантаження на обладнання, призначене для нагріву теплопередаючого середовища, $Q_{\text{нагр}}$, у кВт, обчислюють за формулою:

$Q_{\text{нагр}} = \frac{1,2 \cdot Q_{\text{розм}}}{T_{\text{розм}}}$		(4.5)
де	$1,2$ – коефіцієнт, що враховує втрати підведеної теплоти в зовнішнє середовище.	

4.2. Установки з підведенням тепла до об'єму продукту

Високі частоти у харчовій промисловості

Сучасне промислове високочастотне й мікрохвильове обладнання дозволяє швидко нагрівати й розморожувати продукти (м'ясо, птицю, рибу, фрукти, сири тощо). Високочастотні технології підходять у тих випадках, коли інші традиційні способи малоефективні.

Високі частоти й мікрохвилі мають перевагу за необхідності здійснити глибоке, миттєве, однорідне або вибіркове нагрівання матеріалів. Вони поліпшують якість харчових продуктів і прискорюють процес їхньої переробки. Найпоширеніше високочастотне нагрівання за частот близько 27 МГц і мікрохвильове нагрівання за частот близько 915 МГц. Важливо, щоб продукти були за можливості однорідними й мали стандартні розміри. Інакше деякі їхні ділянки будуть перегріватися, а деякі залишатися невідталими.

Розморожування токами високої частоти (мікрохвильовий спосіб) полягає у використанні діелектричних властивостей замороженого продукту. Якщо частота електричного поля складає до 300 МГц, то розморожування здійснюється в полі конденсатора, і джерелом електричних коливань водночас виступає генератор. За надвисоких частот, понад 300 МГц, розморожування відбувається в полі об'ємного резонатора або випромінювача, і джерелом електричних коливань служить магнетрон.



За умови використання технології високих частот (27 МГц) досягається відносно висока однорідність електричного поля. Обертання піддона, на якому розміщуються блоки усередині дефростера, збільшують цю однорідність. Можуть застосовуватися дефростери з конвеєрами безперервної дії.

За мікрохвильової технології (915 Мгц) можна досягти більшої напруженості електричного поля й скоротити тривалість обробки. Однорідність поля при цьому трохи менша. Блоки поміщають у велику камеру дефростера й установлюють на піддон або на конвеєр. Для більш рівномірного нагрівання блока мікрохвилі направляються на нього зверху й знизу.



Основні переваги високочастотних технологій

Економічні:

- втрати соку, який виділяється, зведені практично до нуля, що дозволяє підвищити вихід продукції на 4–10%;
- зменшення кількості необхідного персоналу (більшість дефростерів вимагають для обслуговування тільки одного оператора);
- короткі терміни окупності обладнання (від 6 до 12 місяців);
- зниження витрат електроенергії та пари;
- скорочення частини приміщення для розморожування продукту (часто це сотні м²);
- зменшення втрат під час складського зберігання за рахунок упорядкування процесу дефростації та відсутності псування продукту

Санітарно-гігієнічні:

- завдяки швидкому розморожуванню значне зниження ризику бактеріологічного зараження;
- уповільнення росту бактерій та процесу окиснення, оскільки температура продукту не перевищує 0°C;
- збільшення терміну зберігання готового продукту;
- зниження затрат та часу на очищення, вимушений простій та невиробничі втрати;
- чистий та контрольований процес мікрохвильової та високочастотної дефростації відповідає санітарним нормам та правилам

Виробничі:

- швидкість процесу дефростації дозволяє забезпечити гнучкість планування виробництва з різними типами продуктів;
- зменшення втрат смакових, ароматичних складових;
- зонні дефростери дозволяють нарощувати потужність виробництва за рахунок модульного виконання;
- рівномірний розподіл температури за об'ємом продукту, який розморожується;
- зменшення зношення та імовірності поломки промислового обладнання

Високі частоти (27 МГц) дозволяють у короткий час розморожувати м'ясні блокові продукти, забезпечуючи однорідність температури всього блока. Після відтавання блоки м'яса, риби або птиці можуть бути легко розділені на шматки, які відразу готові до переробки за оптимальних умов. Залежно від товщини блоків час їхнього нагрівання від мінус 20°C до плюс 20°C буде трохи варіюватися.

Ця технологія в основному використовується для нагрівання м'яса, риби, морепродуктів, овочів, фруктів, для яких необхідна кінцева температура коливається від мінус 2°C до мінус 1°C.

Мікрохвилі частотою 915 МГц підходять для нагрівання упродовж декількох хвилин м'ясних блоків (перехід від мінус 20°C до мінус 4–2°C).

Водночас температура усередині блока буде коливатися між мінус 4°C і мінус 1°C, тому що структура продуктів неоднорідна. Блоки м'яса залишаються досить охолодженими для наступної обробки (здрібнювання, кутерування). Мікрохвилі в основному використовуються для блокового м'яса (яловичина, свинина) і птиці. Залежно від товщини блоків час їхнього нагрівання від мінус 20°C до мінус 4–2°C також буде трохи варіюватися.

Апарат періодичної дії (рис. 4.19), призначений для НВЧ-розморожування блоків харчових продуктів. Основний елемент апарата – генератор НВЧ-енергії – прилад, у якому електрична енергія постійного або змінного струму перетворюється на енергію електромагнітного поля надвисоких частот. НВЧ-генератором промислового застосування служить магнетрон безперервної дії, це генераторна лампа, що працює під час навантаження з великим коефіцієнтом відбиття й не вимагає складних джерел живлення.

Продукт вручну укладають на діелектричний піддон і завантажують у робочу камеру. Разом з завантаження продукту в камеру до 200 кг. Розміри робочої камери зі столом і хвилеводом 2130×1651×1220 мм.

Енергія від НВЧ-генератора потужністю 25 кВт і частотою 915 МГц подається через горизонтальний і вертикальний хвилеводи до обертових вузлів введення енергії, розміщених у верхній і нижній стінках робочої камери. Така схема введення енергії забезпечує рівномірність температурного поля за всім об'ємом продукту за швидкості розморожування 0,2°C/с і продуктивності апарата 700 кг/год.

Для безперервного НВЧ-розморожування застосовують апарати конвеєрного та роторного типів.

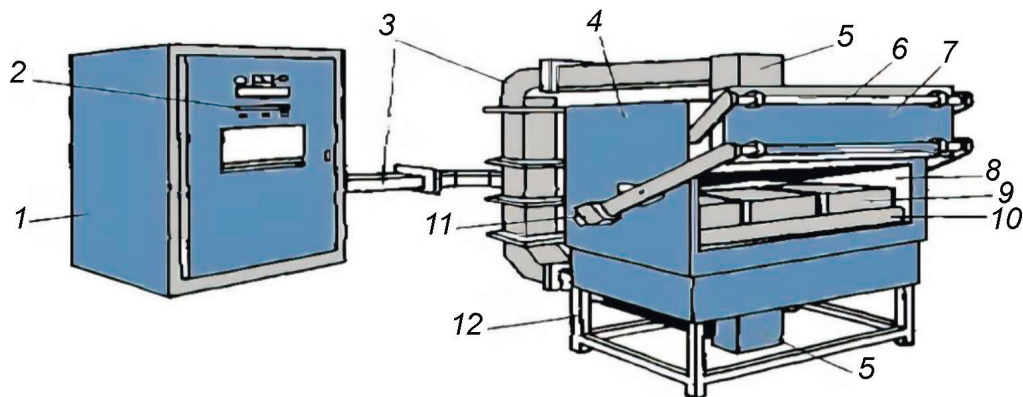


Рис. 4.19. Апарат періодичної дії для НВЧ-розморожування:

- 1 – шафа; 2 – пульт управління; 3 – вертикальний і горизонтальний хвилеводи;
- 4 – робоча камера; 5 – вузол введення енергії; 6 – пристрій для закривання дверей;
- 7 – двері; 8 – завантажувальне вікно; 9 – продукт; 10 – діелектричний піддон;
- 11 – противага; 12 – підставка

Апарат конвеєрного типу (рис. 4.20) розморожує блоки продукту температурою $-18 - -8^{\circ}\text{C}$ у контейнерах із діелектричного матеріалу. Продукт завантажують на конвеєр, що транспортує його в робочу камеру. У камері відбувається об'ємний прогрів блоків риби, і вони розморожуються.

Потужність НВЧ-енергії, що вводиться в камеру, 20–50 кВт за частоти коливань 915 ± 25 МГц. Тривалість обробки в апараті 5–15 хв.

Продуктивність апарата 1000–1200 кг/год. Установлена потужність НВЧ-генератора 120 кВт, габаритні розміри 4050×1100×2440 мм, маса 4500 кг.

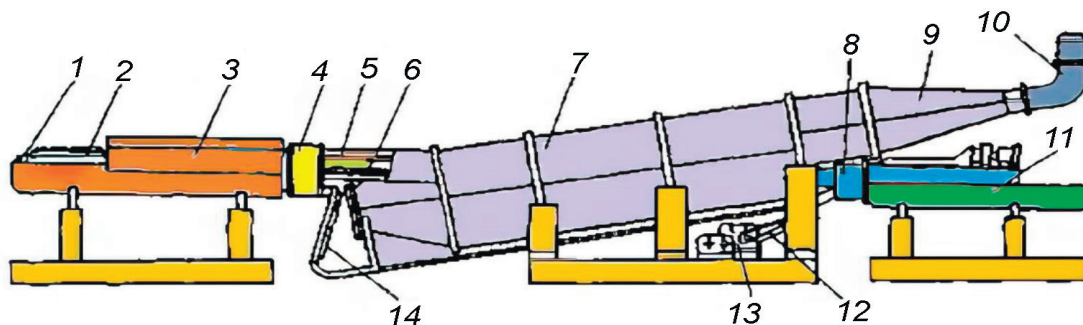


Рис. 4.20. Апарат конвеєрного типу для НВЧ-розморожування:

1 – ланцюговий конвеєр; 2 – діелектричний конвеєр; 3 – пристрій для завантаження; 4, 8 – захисні пристрої;
5 – тунель; 6 – діелектрична конвеєрна стрічка; 7 – робоча камера; 9 – вузол з'єднання робочої камери та хвилеводів; 10 – хвилевод; 11 – пристрій вивантаження; 12, 14 – захисні пристрої;
13 – привід конвеєра

Апарати для розморожування SAIREM (Франція)

Апарати поділяються на кілька типів та категорій залежно від призначення (типу продукту) та способу завантаження – камерні або тунельні. Один із типів – це мікрохвильові дефростери 915 МГц, призначені для швидкого розморожування м'яса та птиці в блоках, масла. Другий тип – високочастотні дефростери 27 МГц для риби та морепродуктів.



Рис. 4.21. Загальний вигляд високочастотних камерних дефростерів марки RF 600, RF 900

На рис. 4.22 зображено загальний вигляд дефростера TRF 50 та процес роботи дефростера TRF 50.



Рис. 4.22. Загальний вигляд дефростера TRF 50

На рис. 4.23 зображено основні етапи роботи мікрохвильового дефростера AMW 200.



1

2

3

Рис. 4.23. Мікрохвильовий дефростер AMW 200 в роботі:
1 – апарат перед початком роботи; 2 – продукт перед завантаженням на розморожування; 3 – продукт після розморожування

На рисунку 4.24 зображено основні етапи роботи мікрохвильового дефростера AMW 600.



1



2



3

Рис. 4.24. Мікрохвильовий дефростер AMW 600 в роботі:
1 – апарат перед початком роботи; 2 – продукт перед завантаженням на розморожування; 3 – продукт після розморожування



1



2

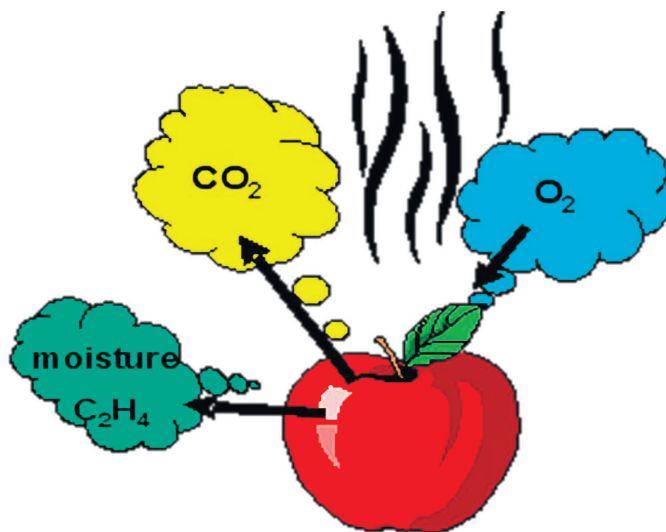
Рис. 4.25. Мікрохвильові дефростери тунельного типу:
1 – TMW 75; 2 – TMW 150



Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення процесу дефростації харчових продуктів.
2. З якою метою проводять розморожування харчових продуктів?
3. Яке холодильне обладнання застосовують для розморожування харчової сировини?
4. За якими ознаками класифікують дефростери?
5. Охарактеризуйте принцип роботи дефростерів.
6. Наведіть приклади практичного застосування установок із підведенням тепла до поверхні продукту.
7. Що входить до складу установки для розморожування харчових продуктів у потоці повітря?
8. Наведіть комплектацію установки для розморожування харчових продуктів у потоці вологого повітря.
9. Які характерні особливості установки для розморожування харчових продуктів у вакуумі?
10. Для яких харчових продуктів застосовують установки для розморожування шляхом занурювання у воду?
11. Як здійснюється процес розморожування в установках шляхом зрошування водою харчових продуктів?
12. Для яких харчових продуктів використовують установки комбінованого розморожування? Наведіть склад цієї установки.
13. Наведіть класифікацію, принцип дії та будову установок із підведенням тепла до об'єму продукту.
14. В яких випадках під час розморожування харчових продуктів доцільно застосовувати високі частоти?
15. Наведіть переваги та недоліки мікрохвильових частот під час дефростації.
16. Який основний конструктивний елемент мікрохвильових дефростерів?

5. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА ПІДТРИМКИ СКЛАДУ РЕГУЛЮВАЛЬНИХ ГАЗОВИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНИХ КАМЕР



5.1. Основні положення зберігання

5.1.1. Модифіковане газове середовище (МГС)

5.1.2. Регульовальне газове середовище (РГС)

5.1.3. Основи розрахунку холодильного зберігання харчових продуктів у РГС

5.2. Принципи створення і підтримання газових режимів у холодильній камері з РГС

5.2.1. Газоізоляція сховищ

5.2.2. Газові суміші

5.3. Обладнання камер з РГС

5.3.1. Азотні генератори

5.3.2. Адсорбери вуглекислого газу

5.3.3. Скрубери кисню

5.3.4. Конвертери етилену

5.3.5. Центральна система керування My Fruit

5.3.6. Система автоматичного обліку конденсату

5.4. Технологія зберігання та особливості експлуатації камер з РГС

5.1. Основні положення зберігання

Кисень – це життя, але у випадку з харчовими продуктами це не так. Зібрані свіжі фрукти та овочі на піку якості. Їх якість неможливо покращити; його можна лише погіршити або зберегти. Свіжі, високоякісні продукти є основними вимогами для національної та міжнародної харчової промисловості в цю епоху. Після збору врожаю, особливо свіжих фруктів і овочів, продовжуй-

те процес їх дихання. Швидкість дихання необхідно зменшити, щоб зберегти якість, особливо, якщо продукти зберігаються протягом тривалого періоду або відправляються на віддалені ринки. Найкращий спосіб зберегти якість і продовжити термін придатності – це охолодження, а інший метод, який використовується для продовження терміну придатності, – зміна атмосфери, що оточує продукт.

Технологія зберігання плодів в умовах зміненого складу газового середовища набуває дедалі більшого поширення. Вона дає можливість максимально продовжити строк зберігання продукції з одночасним зберіганням її якості на рівні, близькому до початкового як за товарними показниками, так і за вмістом компонентів хімічного складу, смаку, аромату. Але ця технологія має досить високу технічну складність і великі витрати, тому застосовується, поки що головним чином для зберігання високоцінних десертних видів сортів плодів, винограду, яблук груш і деяких сортів кісткових і ягідних культур, а також овочів, здатних витримувати підвищену концентрацію діоксиду вуглецю і зниженого кисню.

Таблиця 5.1

Термін зберігання плодів під час використання камери з РГС і без

Тип плоду	Стандартна камера	Регульоване газове середовище
Яблуко	5 місяців	8 місяців
Груша	2 місяця	5 місяців
Виноград	3 місяця	6 місяців
Персик	5 тижнів	10 тижнів
Вишня	10 днів	32 дні
Смородина	7 днів	42 дні
Полуниця	5 днів	30 днів

Методи створення зміненого газового складу середовища чисельні і їх можна поділити на:



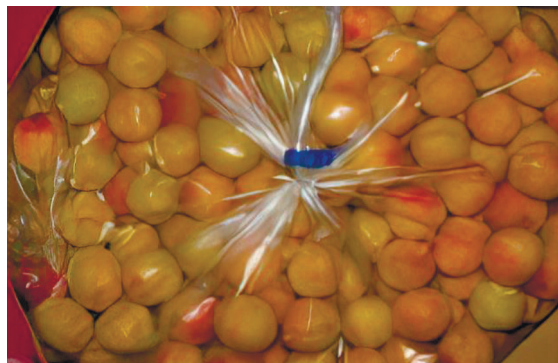
Пасивні, у застосуванні яких використовується дихання самих об'єктів зберігання для зміни складу газового середовища в закритих ємностях або камерах. Такий спосіб називається зберіганням **у зміненому (модифікованому) газовому середовищі (МГС)**. Отже, до цієї групи відносять методи, що ґрунтуються на внутрішній генерації газового середовища.



Активні, під час яких у закритих ємностях або камерах з розміщеною в них продукцією створюються або на них подається газова суміш певного складу, виготовлена за допомогою спеціального обладнання. Такий спосіб називається зберіганням **у регульованому газовому середовищі (РГС)**. У цих випадках застосовується зовнішня генерація газових сумішей.



контрольована атмосфера (СА)



модифікована атмосфера (МА)

Рис. 5.1. Типи регульованих газових середовищ

Принцип, що лежить в основі технологій контрольованої та модифікованої атмосфери, полягає в уповільненні:

- частоти дихання;
- росту мікробів;
- ферментативного псування шляхом зміни газового середовища, що оточує харчовий продукт.

5.1.1. Модифіковане газове середовище (МГС)



Модифіковане газове середовище (МГС) – це зміна складу газу навколо певного товару в межах герметичної упаковки за рахунок підвищення рівня CO_2 і одночасного зниження O_2 в упаковці, що призводить до зниження частоти дихання плодів, що зберігаються, і продовження їхнього фізіологічного життя.



Упаковка з модифікованою атмосферою використовує дихання продукту для зміни атмосфери зберігання всередині герметичної упаковки. Рівноважна атмосфера, яка утворюється, є фактором дихання, температури, проникності плівки та площі плівки відносно ваги продукту

Зберігання в модифікованій атмосфері використовує дихання самого продукту для зменшення O_2 і збільшення CO_2 . Атмосфера, яка утворюється, визначатиметься швидкістю дихання продукту, а також площею та проникністю плівки. Метою є створення стабільної атмосфери, де швидкість руху газу через пластикову плівку дорівнює швидкості, з якою споживається O_2 і утворюється CO_2 .

Розробка системи MAP для будь-якого продукту вимагає розуміння умов зберігання та діапазону нормальних показників дихання за цих умов. Також важливо знати, які атмосфери можуть бути корисними для продукту, а які можуть завдати шкоди. Багато продуктів шкодять високим концентраціям CO_2 . Для деяких продуктів збільшення CO_2 лише на 2 або 3% може призвести до внутрішнього розладу. Такі продукти навряд чи виграють від MAP, незалежно від того, наскільки проникною є плівка.

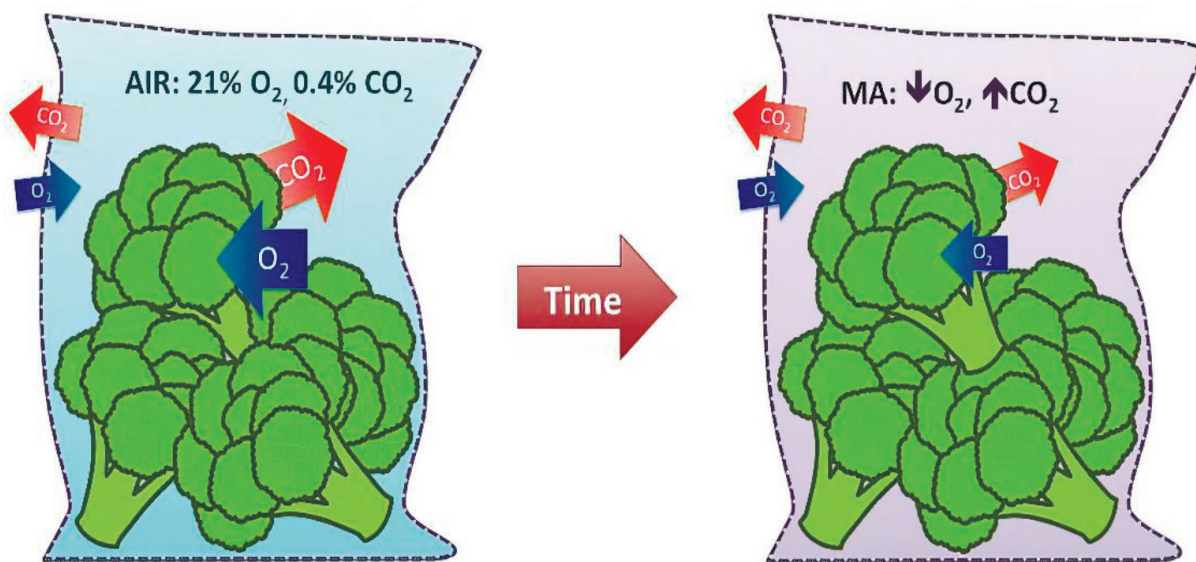


Рис. 5.2. Карта броколі

Швидкість дихання броколі перевищує швидкість проникнення газу через плівку. Після того, як пакет запечатано, дихання зменшує O_2 і збільшує CO_2 всередині пакета. Це пригнічує дихання, поки швидкість, з якою гази дифундують через пластикову плівку, не зрівняється зі швидкістю виробництва CO_2 споживання O_2 броколі.

Навіть, якщо зовнішній вигляд хороший, смак і текстура можуть бути змінені. Наприклад, броколі, що зберігалася в МАР, зменшила пожовтіння порівняно з продуктом, який зберігався на повітрі. Однак він може створювати сильні запахи. Незважаючи на те, що ці запахи зникають через деякий час у повітрі, вони погіршують те, що інакше здається якісним продуктом.

Ще один фактор полягає в тому, що хоча деякі продукти можуть виглядати добре, перебуваючи в МАР, вони дуже швидко псуються після цього. Це може бути проблемою, коли пакети відкриваються перед роздрібним продажем.

Пакувальні плівки в модифікованій атмосфері



Інтегральні пластикові плівки зазвичай у 3–4 рази більш проникні для CO_2 , ніж для O_2 , тоді як мікроперфоровані плівки однаково проникні для обох газів. Можна маніпулювати вибором плівки та ступенем мікроперфорації, щоб забезпечити сприятливу атмосферу, яка створюється всередині МАР, для продукту

Більшість пластикових плівок більш проникні для CO_2 , ніж для O_2 . Це пояснюється тим, що газ рухається через пластикову плівку, розчиняючись у пластику, а потім перетворюючись на інший бік бар'єра. Цей процес обумовлений різницею концентрації газу з обох боків плівки – процес, еквівалентний осмосу рідин через мембрану.

Молекула CO_2 складається з трьох атомів і має злегка полярний електричний заряд, тоді як O_2 з двома рівними атомами його не має. Це дозволяє CO_2 легше розчинятися в пластиковій плівці, ніж O_2 . Азот (N_2) навіть менш здатний розчинятися через мембрану, ніж O_2 .

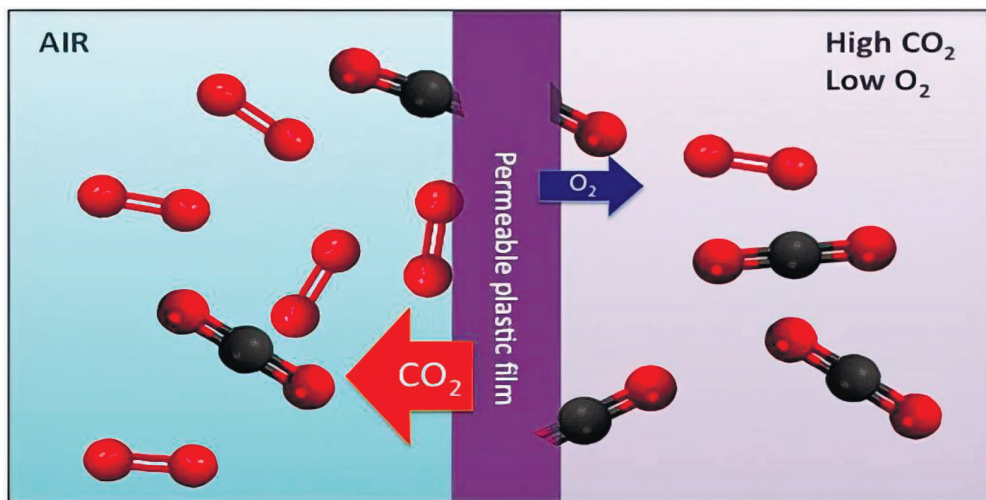


Рис. 5.3. Дифузія O_2 (червона молекула) і CO_2 (червона і чорна молекули) через бар'єрну плівку

Окремі молекули газу розчиняються в самій плівці, а потім перетворюються на інший бік, цей процес обумовлений різницею концентрації по обидві сторони бар'єра

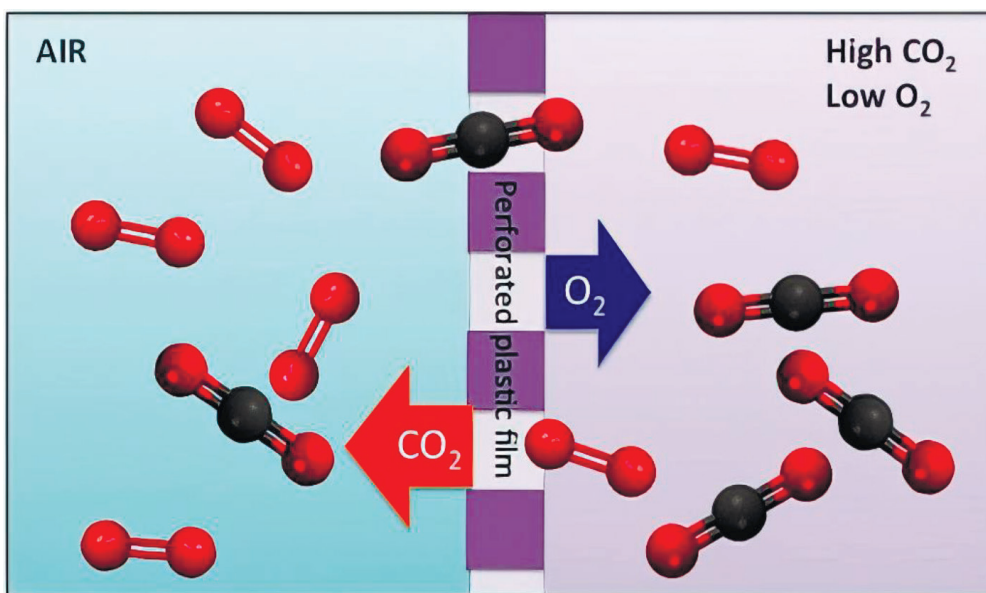


Рис. 5.4. Дифузія O_2 і CO_2 через перфоровану плівку

Молекули газу рухаються безпосередньо через крихітні отвори.

На відміну від проникних матеріалів, перфоровані плівки однаково проникні для всіх газів.

Проникність плівки зазвичай виражається як швидкість пропускання кисню (OTR) та/або швидкість пропускання вуглекислого газу (CO_2 TR). Можна також відзначити швидкість пропускання водяної пари (WVTR). Швидкість проникнення газів описується як $cm^3/m^2/добу/kPa$. Іншими словами, об'єм газопередачі на $1 m^2$ плівки, виражений на добу та на бар тиску.

Проникність упаковки значно змінюється залежно від типу та товщини пластику, технології виготовлення та площі поверхні. Більшість пластмас у 3–4 рази більш проникні для O_2 , ніж для N_2 , і в 10–20 разів більш проникні для CO_2 , ніж для N_2 . Так, наприклад, стабільна концентрація

CO₂ всередині упаковки з плівки на основі нейлону буде нижчою, ніж стабільна концентрація CO₂ всередині упаковки з плівки LDPE, навіть якщо концентрація O₂ може бути подібною. У всіх таких плівках збільшення CO₂ всередині упаковки буде значно меншим, ніж зменшення O₂.

Таблиця 5.2

**Відносна проникність для O₂ і CO₂ різних типів пластикової плівки
в порівнянні з їх проникністю для N₂**

Полімерні	N ₂	O ₂	CO ₂
Поліетилен низької щільності	1	3,1	10,7
Поліетилен високої щільності	1	3,2	11,9
Поліпропілен	1	4,3	13,6
Нейлон 6	1	3,4	18,4
Поліетилентерефталат	1	3,6	17,8

(Дані V. Siracusa 2012. Поведінка харчової упаковки щодо проникності: звіт. Int. J. Polymer Sci. 302029)

Перфоровані плівки бувають різними. У цьому випадку газообмін відбувається через отвори, тому проникність для O₂ і CO₂ однакова. Хоча може бути певний внесок у рух газу шляхом дифузії крізь плівковий бар'єр, він зазвичай незначний у порівнянні з набагато швидшою передачею газу через отвори. В упаковках із плівок з мікроперфорацією зменшення O₂ буде відповідати збільшенню CO₂.

Коли відомі оптимальні концентрації, необхідні для продовження терміну зберігання, можна вибрати плівки для досягнення цього результату за очікуваної температури зберігання. Наприклад, термін зберігання шпинату можна подовжити в атмосфері 10% O₂ + 10% CO₂ – комбінація, яка може бути досягнута за допомогою пакета з мікроперфорацією. Навпаки, цвітна капуста найкраще зберігається в атмосфері 2–5% O₂ + 2–5% CO₂: пакет з нейлонової плівки може (теоретично) створити атмосферу 3% O₂ + 3,3% CO₂, що робить його придатним матеріалом для цього продукту.

Однією з переваг мікроперфорованих плівок є те, що їх проникність визначається кількістю отворів, створених під час виробництва. Це означає, що пакувальні матеріали можна легко пристосувати для конкретних продуктів і цілей.

Мішки з контрольованою атмосферою

Особливістю цієї технології є утримання модифікованої атмосфери у цілій окремо упакованій палеті. Для цього ягоди складають у ящики, формують палету, яку герметично накривають щільним мішком. За допомогою шлангів, що легко герметично під'єднуються до таких окремих мішків, всередину подається двоокис вуглецю та азоту, які витісняють кисень.

Таким чином утворюється потрібний склад повітря. Таку систему з назвою Palliflex запропонувала компанія Van Amerongen. Для впровадження такої системи потрібно мати відповідне обладнання, що буде подавати до пакетів азот (генератор азоту) та двоокис вуглецю (балони з вуглекислою). Основою цієї системи контрольованої атмосфери є холодильник для зберігання ягід, тому що температура за такого зберігання має бути 1–5 °C.



Рис. 5.5. Мішки з контрольованою системою компанії Van Amerongen

Зазвичай генератор азоту має ще буферний резервуар, де збирається надлишок азоту. Всю апаратуру під'єднано до блоку керування та до комп'ютера. Весь процес зміни атмосфери контролюється аналізатором газів. Ця система дає змогу слідкувати за кожним мішком окремо і в індивідуальному порядку програмувати подачу двоокису вуглецю та азоту в кожен, окремо взятті, мішок. Завдяки таким контролерам можна знижувати тиск в одному мішку, щоб дістати необхідний обсяг продукції, не розгерметизовуючи інші, після чого його закрити. Всі параметри з газового складу постійно моніторяться та відображаються на комп'ютерній комп'ютері.

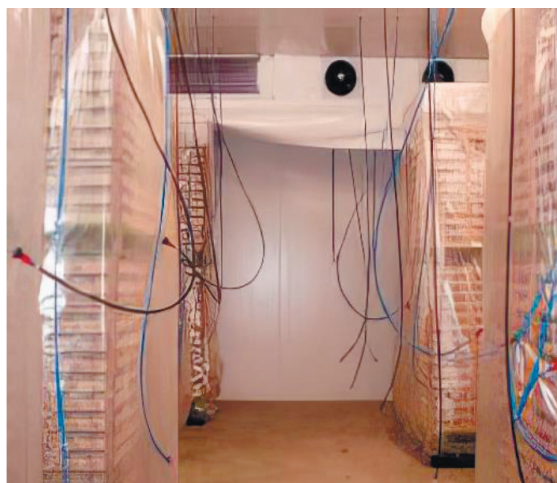


Рис. 5.6. Мішки з контрольованою системою PHU Puch

Існує рекомендований склад атмосферних газів для кожної ягоди: для малини та суниці – 15–20% CO_2 та 5–10% O_2 , для чорниці високорослої 5–20% CO_2 та 1–5,5% O_2 . Компанія PHU Puch запропонувала дещо схожу систему контрольованої атмосфери. Її основною відмінністю є використання генераторів з низьким тиском. Це дозволить подавати азот під значно нижчим тиском, що усуває ризики виникнення високого тиску в самих мішках. Також можна зменшувати вміст вуглекислого газу у всій системі.

Однорідність газового складу та відсутність коливання тиску в середині мішків є основоположними факторами в роботі таких систем. Тому потрібно забезпечити циркуляцію повітря у пакуваннях, щоб не утворилася різниця у вмісті CO_2 2% і більше.

До шкіряного мішка під'єднано 2 шланги, через один з них подається модифіковане повітря, інший його всмоктує, чим і забезпечується циркуляція. Щоб система працювала більш ефективно, розробили систему з подвійною потужністю завдяки подачі повітря з двох сторін. Склад цього повітря контролюється за допомогою електромагнітних клапанів.

Контейнери з модифікованою атмосферою

Існує ще один спосіб зберігання ягід у модифікованій атмосфері – в контейнерах. Такого плану контейнери з кришками спеціального призначення Mat Tiempo пропонує компанія Janny MT, Франція. Ці контейнери мають розміри $101 \times 121 \times 80,5$ см об'ємом 610 літрів або $101 \times 121 \times 62,5$ см об'ємом 430 літрів. У такі контейнери ягоди поміщають складеними в ящики. В одну таку ємність може поміститися до 150 кг порічки або до 130 кг чорниці. Контейнери поміщають у холодильник, тому що перед його закриттям спеціальною кришкою Mat Tiempo ягоди мають бути охолодженими. Та й під час всього зберігання має підтримуватися низька температура $0-1^\circ\text{C}$ для порічки, 2°C для чорниці. Після охолодження контейнери закривають кришками, в яких є спеціальні мембрани.

Специфіка дії цих мембран полягає в тому, що вони викликають пасивну дифузію, а саме потік кисню всередину контейнера обмежується, і одночасно забезпечується вихід вуглекислого газу. Завдяки цим мембранам всередині контейнера не спостерігається ні надмірного накопичення двоокису вуглецю, ні критичного зниження кисню, що призведе до анаеробного дихання. За два тижні такого зберігання в контейнері встановлюється контрольована атмосфера з рівнем двоокису вуглецю 3–5% та кисню 3–6%.

Залежно від виду ягоди можна використовувати від 4 до 6 мембран у кришці. Ці мембрани можуть відкриватися та закриватися, що допоможе регулювати склад повітря всередині контейнера. В кришці контейнера є спеціальний клапан до якого можна під'єднати аналізатор газового середовища, щоб перевірити його склад всередині контейнера. Такі виміри на початку зберігання проводять раз у 2–3 дні, надалі, під час довготривалого зберігання, раз у 7 днів.

Виробники такої системи контрольованої атмосфери говорять про те, що в таких умовах ягода порічки та агрусу може зберігатися до 40 днів, а чорниці близько 25 днів. Позитивним моментом використання таких контейнерів-модулів є те, що окрім сприятливого складу повітря для зберігання ягід у самому контейнері ще й підтримується висока вологість, що забезпечує мінімальні втрати ваги продукції.

Такі контейнери можна ставити один на одного, розміщати в одному холодильному приміщенні з різними ягодами. В таких модулях ягоди краще транспортуються на далекі відстані, але за умови, що під час зберігання кришки Mat Tiempo зніматися не будуть.



Модифіковане газове середовище

5.1.2. Регулювальне газове середовище (РГС)

У звичайних холодильних камерах для зберігання фруктів та овочів режим зберігання характеризується трьома основними параметрами: *температурою, відотною вологістю і кратністю циркуляції повітря в приміщенні.*

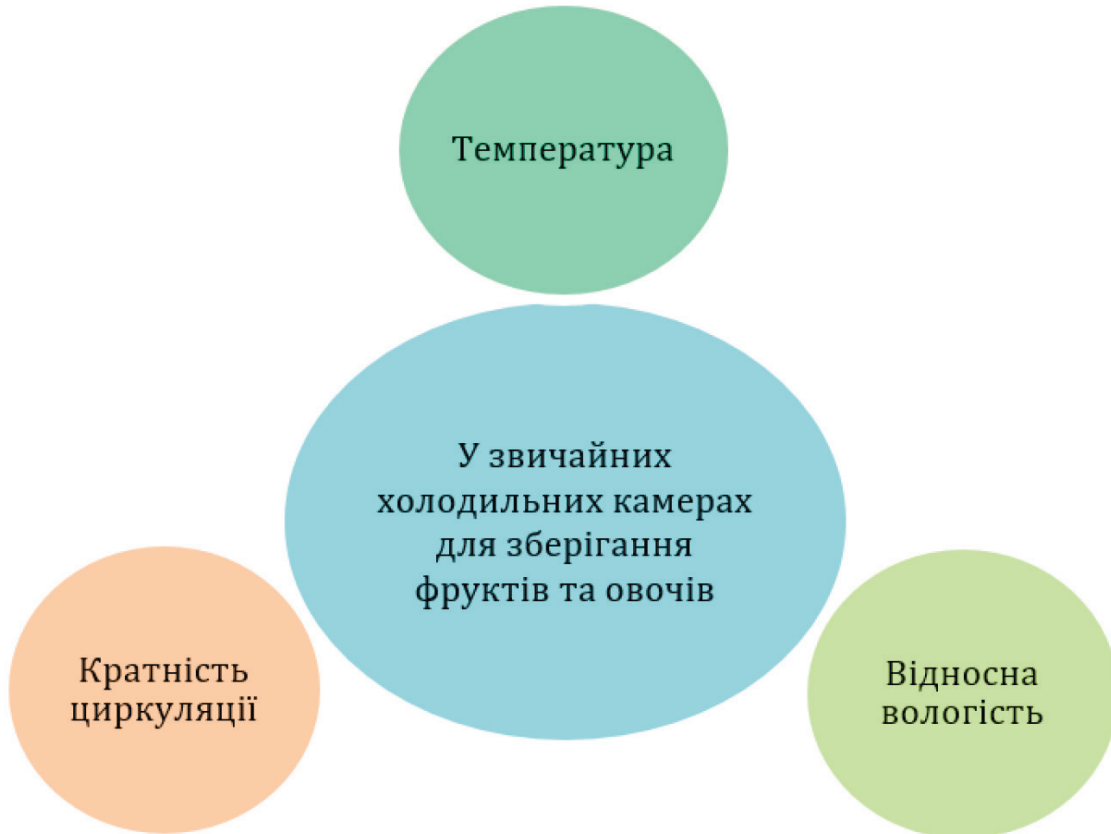


Рис. 5.7. Підтримання параметрів у звичайних холодильних камерах



Температура зберігання впливає на швидкість протікання процесів життєдіяльності плодів. Рівень відотної вологості визначає інтенсивність випаровування вологи з їхньої поверхні, а кратність циркуляції повітря характеризує його рухливість (швидкість руху) в обсязі камери і у продукті

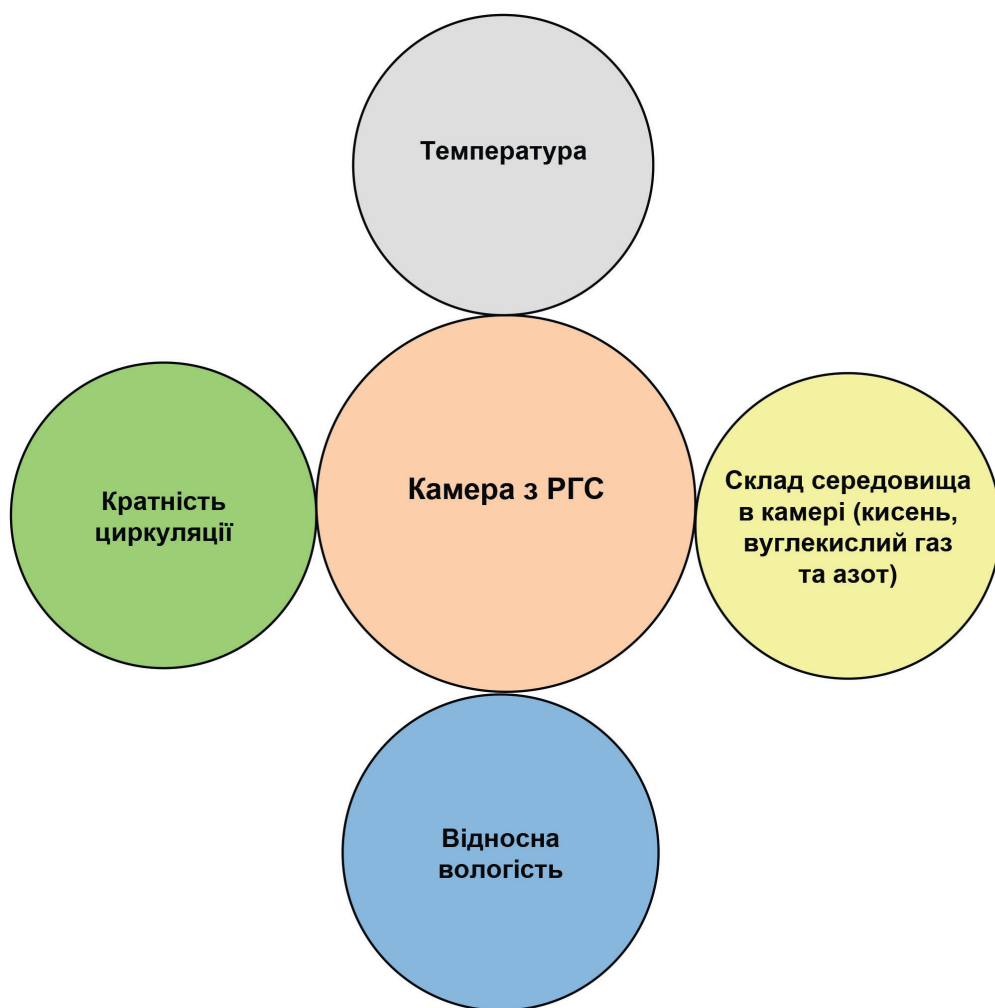
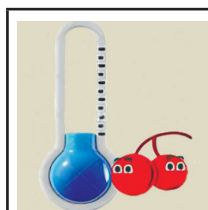


Рис. 5.8. Підтримання параметрів в холодильних камерах з РГС

Хороші результати під час зберігання плодів у холодильниках можна отримати тільки за умови одночасної підтримки в камерах оптимальних значень температури, відносної вологості і кратності циркуляції повітря. Однак у багатьох випадках цього недостатньо, необхідно забезпечити ще й оптимальний (для плодів кожного виду і сорту) склад середовища в камері, яке характеризується певними концентраціями кисню, вуглекислого газу та азоту. Зберігання фруктів і овочів в атмосфері, яка відрізняється за газовим складом від повітря, називають у нашій країні **зберіганням у регульованому газовому середовищі (РГС)**, а холодильні камери, призначені спеціально для такого зберігання, – **камерами з РГС**

Ефективні результати під час зберігання плодів і овочів у холодильниках можна отримати тільки за умови одночасної підтримки в камерах оптимального значення всіх параметрів. Проте, у багатьох випадках цього недостатньо. Слід ще для кожного виду і сорту продукції забезпечити оптимальний склад газового середовища в камері, який характеризується певними концентраціями кисню, діоксиду вуглецю і азоту. Підтримання оптимального режиму у холодильних камерах із РГС дає змогу зберегти природну стійкість плодів і овочів до мікробіологічних і фізіологічних захворювань і максимально продовжити їх життя у післязбиральний період без зниження споживчих якостей і з мінімальними втратами. Регульоване газове середовище є додатковим до холоду суттєвим фактором, що значно сповільнює процеси життєдіяльності плодів і овочів.



Регульоване газове середовище (РГС) – це технологія зберігання, під час якої змінюється склад атмосфери в камерах зберігання плодоовочевої продукції. За рахунок зниження рівня кисню в камерах сповільнюється процес дихання продукції і, як наслідок, витрата основних поживних речовин. Під час дихання продукції кисень, що залишився, в камері перетворюється на CO_2 , який також уповільнює процес дихання і надає переважну дію на мікроорганізми

Під час зберігання продукції в камерах із регульованою атмосферою зберігається свіжість та якість плодів без використання хімічних обробок продукції. Період зберігання плодів у камерах із РГС істотно збільшується. Під час зберігання продукції в камерах з регульованою атмосферою краще зберігається якість плодів, колір продукції, смакові якості порівняно із звичайними холодильними камерами. На тривалість зберігання впливають такі фактори: температура продукції, склад та вологість атмосфери в камері, умови вирощування продукції, ступінь зрілості продукції під час збирання врожаю, якість продукції.



Основа РГС – це спеціальне обладнання, яке підтримує оптимальну концентрацію газів у камері для зберігання: мова про вміст кисню і вуглекислого газу. Для кожного сорту ягід підбирають певні умови середовища, водночас ключовими параметрами є температура і співвідношення газів.

Типи систем зберігання із контрольованою атмосферою

Існують різні типи систем зберігання із контрольованою атмосферою в камерах, а саме: СА, ULO, DCA, PFS та інші.

Контрольована атмосфера СА (Controlled Atmosphere) – система зберігання, що підтримує в камерах зберігання плодоовочевої продукції вміст кисню на рівні 2,5–4%, та CO_2 – на рівні 2–5%. Підтримка такого складу атмосфери здійснюється за допомогою адсорбера CO_2 , станції контролю атмосфери та необхідної арматури.

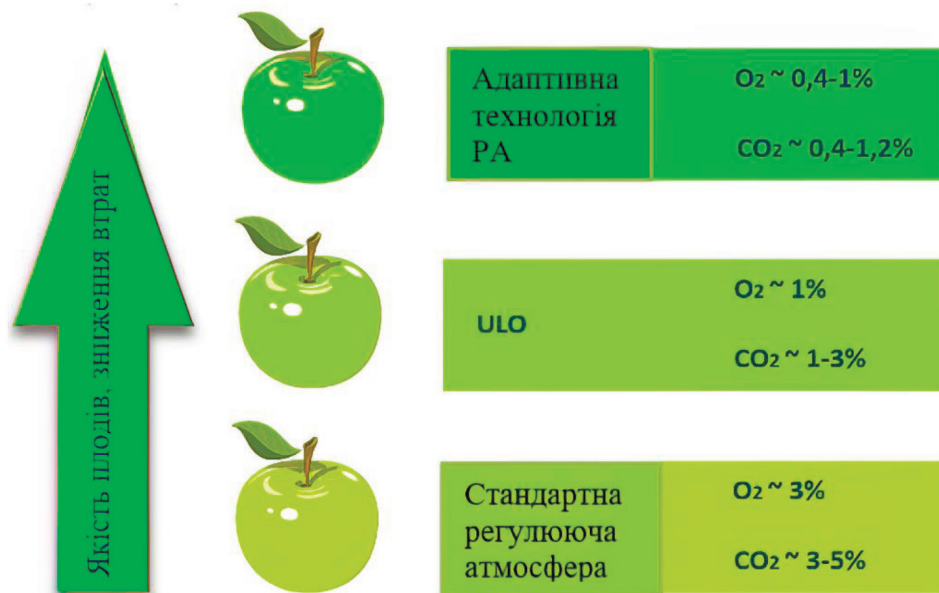


Рис. 5.9. Типи систем зберігання із контрольованою атмосферою в камерах

Ультранизким вмістом кисню ULO (Ultra Low Oxygen) – у порівнянні з СА, ця система зберігання дозволяє підтримувати в камерах зберігання нижчий рівень кисню (1–2,5%), що дозволяє поліпшити якість продукції, зберігається за рахунок меншої інтенсивності продукції і більш швидкого початкового створення атмосфери із заданими параметрами в камери. На додаток до обладнання, що використовується в системах СА, в системах ULO використовується генератор азоту, який витягує азот з навколишнього повітря і витісняє кисень з камер.

Динамічне контрольоване середовище DCA (Dynamic Controlled Atmosphere) – ця система прогресивніша, ніж ULO. Використовуючи додаткову систему контролю стану продукції, що зберігається, DCA дозволяє швидко змінювати склад атмосфери в камерах, а також підтримувати мінімально можливу концентрацію кисню (0,4–0,6%).

Палетна автоматична система PFS (Pallet Fresh System) – ця система була розроблена спеціально для зберігання ягід. PFS система дозволяє зберігати продукцію на піддоні в умовах контролю атмосфери та зберігати її свіжість і якість максимально довгий термін. Система може працювати як з одним, так і з групою піддонів, залежно від кількості та різноманітності сортів продукції, яка має бути збережена. Кожна палета системи PFS складається з кришки та спеціального піддону, на якому розміщуються ящики або коробки з товаром. Крім цього знадобляться камери, оснащені холодильним обладнанням.

Контрольована атмосфера СА (Controlled Atmosphere)

Контрольоване атмосферне сховище, також відоме як «СА-сховище» у виробництві продукції, – це сховище, у якому зовнішні системи контролю контролюють атмосферу кисню, вуглекислого газу та азоту (іноді й інших газів).

Зовнішнє повітря складається орієнтовно з 78% азоту (N_2), 21% кисню (O_2), 0,045% вуглекислого газу (CO_2). СА знижує рівень кисню, як правило, до 0,5–2,5%, залежно від типу продукту та сорту. Умови СА подовжують термін зберігання фруктів і овочів у 2–4 рази.

Це досягається шляхом зменшення концентрації кисню (O_2), який необхідний для дихання, або шляхом додавання інгібіторного газу, такого як вуглекислий газ (CO_2) або чадний газ (CO). Баланс між O_2 і CO_2 є критичним, і для кожного конкретного продукту необхідне оптимальне співвідношення. СА передбачає вищий ступінь контролю, ніж МА, щодо підтримки певних рівнів O_2 , CO_2 та інших газів.

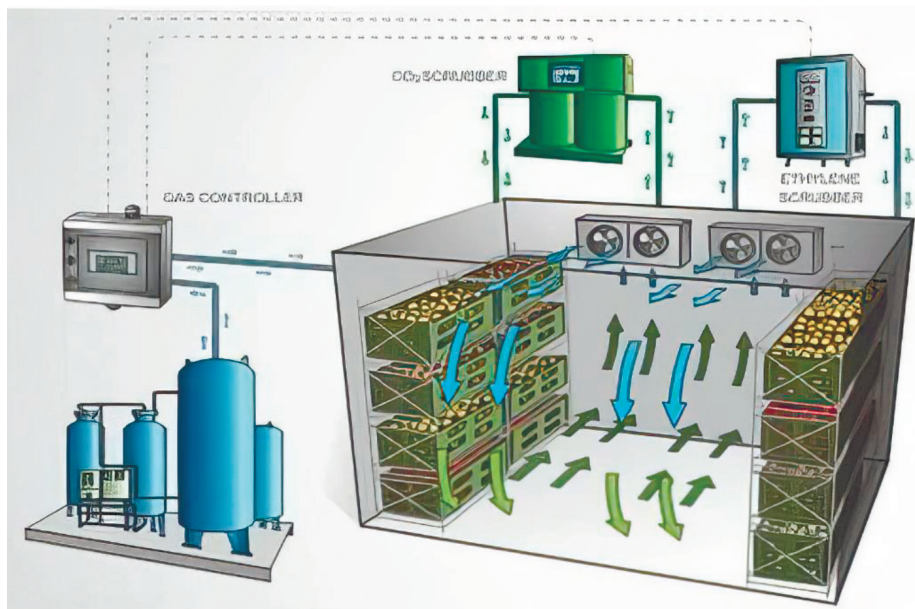
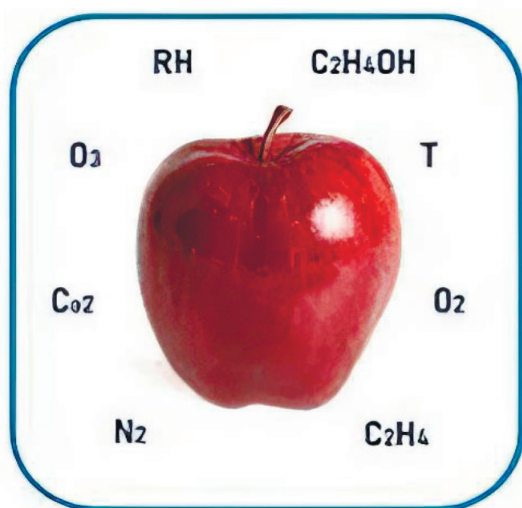


Рис. 5.10. Схема контрольованої атмосфери СА



Вимоги до Ideal CAS

- **Приміщення для зберігання СА.** Газонепроникне приміщення є очевидною передумовою для створення системи зберігання з добре контрольованою атмосферою. Водночас необхідно зробити стіни приміщення газонепроникними. Щоб стіни були газонепроникними для зберігання СА, їх обшивають листами оцинкованої сталі.
- **Контроль температури.** Зберігання СА є успішним лише під час низьких температур. Тому стандартні холодильні установки є невід'ємними компонентами системи CAS. Контроль температури досягається за допомогою труб, що містять холодоагент усередині сховища. Аміак або хлорфторвуглеці є поширеними холодоагентами.
- **Контроль вологості.** Більшість фруктів, овочів і м'яса, які зберігаються в централізованому сховищі, вимагають високої відносної вологості, як правило, чим ближче до насичення, тим краще, якщо волога не конденсується на продуктах.
- **Газоконтроль.** Атмосфера в сучасному магазині СА постійно аналізується на рівні CO_2 і O_2 за допомогою інфрачервоного газоаналізатора для регулярного вимірювання вмісту газу в магазині. Існують також аналізатори етилену, які постійно вимірюють концентрацію етилену в складі. У складських приміщеннях, де важливий низький рівень етилену, можна перевірити правильність роботи систем вентиляції та видалення етилену.
- **Скрубери.** Склад газової суміші всередині складських приміщень зазнає постійних змін залежно від метаболічної активності продукту, що зберігається, і скрубери необхідні для поглинання надлишку CO_2 . Скрубери зазвичай класифікують відповідно до абсорбуючого матеріалу: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH , H_2O , цеоліти, активоване вугілля.



Controlled Atmosphere Storage

Relative Humidity

Acetaldehyde

Temperature

Oxygen

Ethylene

Nitrogen

Carbon Dioxide

Ozone

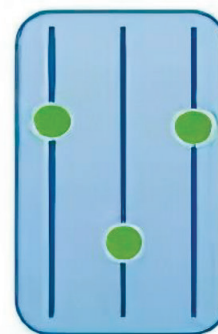


Рис. 5.11. Зберігання в контрольованій атмосфері

Способи зберігання СА

Скрубери

Одним із найпростіших методів для регулювання рівня CO_2 у приміщенні СА є «скрубери» з гашеного вапна (карбонату кальцію) $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Скрубер побудований із використанням ізолюваної та герметичної фанерної коробки, розташованої за межами приміщення СА. Ящик має містити достатню кількість вапна на весь період зберігання, але можна додати нове вапно, якщо поглинання CO_2 знизиться.

CO_2 і гашене вапно реагують у співвідношенні 1:1, утворюючи вапняк і воду. Вапно з меншим розміром частинок (дрібна сітка) ефективніше реагує з CO_2 , ніж вапно з крупною сіткою.

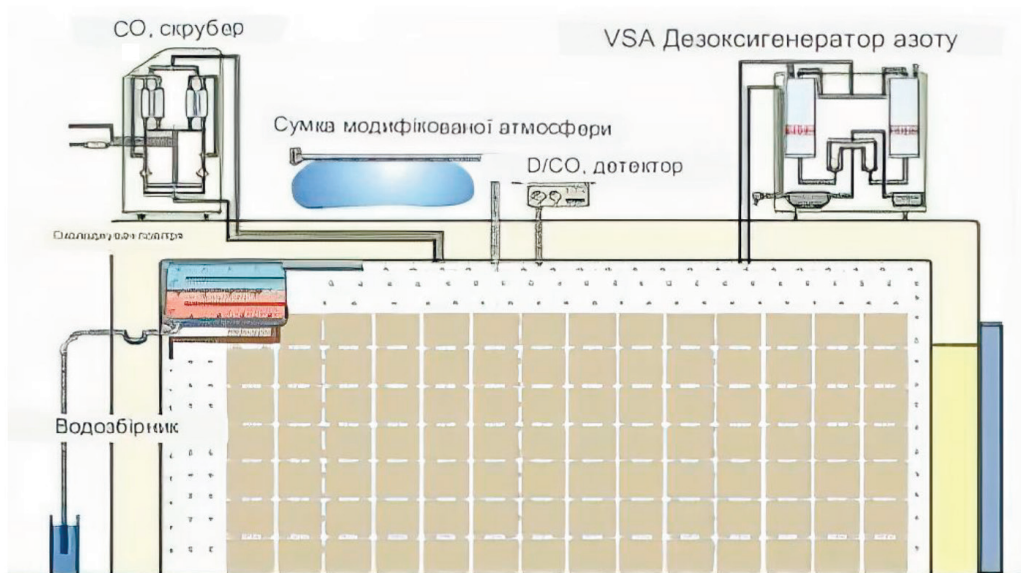


Рис. 5.12. Принципова схема зберігання в контрольованій атмосфері

Динамічно контрольоване середовище DCA (Dynamic Controlled Atmosphere)

Під час зберігання в динамічно контрольованому середовищі (DCA) рівень кисню в сховищі поступово знижується, поки на основі вимірювання дихання фруктів не буде виявлено низький кисневий стрес. Згодом рівень кисню дещо підвищується до зняття низького кисневого стресу. Таким чином фрукти зберігаються за найнижчого рівня кисню, що забезпечує максимальне збереження якості без розвитку розладів і неприємних присмаків.

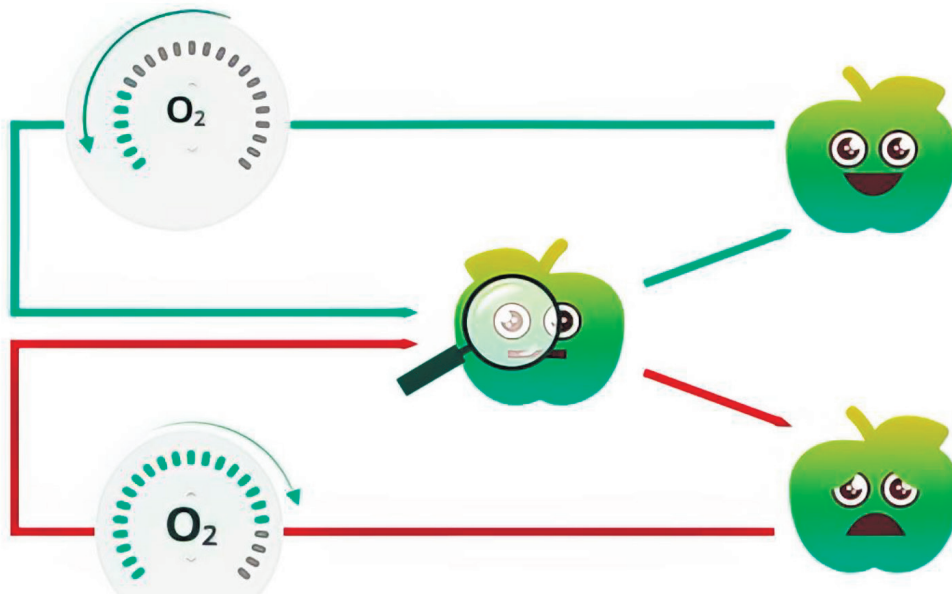


Рис. 5.13. Зберігання в динамічно контрольованому середовищі (DCA)

Під час зберігання в динамічно контрольованій атмосфері (DCA) рівень кисню в сховищі поступово знижується, поки на основі вимірювання дихання фруктів не буде виявлено низький кисневий стрес. Згодом рівень кисню дещо підвищується до зняття низького кисневого стресу. Таким чином фрукти зберігаються за найнижчого рівня кисню, що забезпечує максимальне збереження якості без розвитку розладів і неприємних присмаків.

DCA можна назвати найефективнішою технологією зберігання РГС. Через дуже низький вміст кисню в камері, фрукти входять в анабіозний стан, що дає змогу значно подовжити термін зберігання без втрати якості та смаку. Існують види плодів, для яких низькі показники кисню призводять до різних захворювань або взагалі є згубними. Тому мінімальний рівень вмісту кисню в камері РГС підбирають індивідуально, виходячи з особливостей і характеристик плодів, які ви плануєте зберігати.

Атмосфера зберігання складається з трьох показників: флуоресценція хлорофілу + накопичення спирту в плоді + коефіцієнт дихання (що дорівнює відношенню CO_2 , що виділяється, до кількості поглинання O_2 за певний час).

Найпростішою у використанні, але також найдорожчою, є технологія DCA за флуоресценцією хлорофілу. Датчики визначають необхідну мінімальну кількість кисню, яка потрібна для найтривалішого зберігання. Щойно датчик вирахував стресову точку – потрібно одразу підвищувати кисень, щоб фрукти продовжили анаеробне дихання. Щойно вдасться визначити цю мінімально можливу точку, потрібно виставити значення трохи вище і продовжувати зберігання, уникаючи стресу. За низької концентрації кисню сповільнюється дихання плодів, як наслідок виділяється менше тепла. Завдяки цьому можливо сильно скоротити витрати на електроенергію для охолодження.

Суттєвим плюсом у технології DCA є відмова від хімічних обробок фруктів у період зберігання, а також значне збільшення часу зберігання.



Система DCA

Ультранизький вміст кисню ULO (Ultra Low Oxygen)

Після збору плоди змінюють колір, твердість і смак (рівень цукру, кислотність, аромати) через дихання.

Контрольована атмосфера дозволяє зберігати певні фрукти та овочі в два-три рази довше порівняно зі звичайним охолодженням, зберігаючи водночас набагато вищу свіжість і міцність.

ОБЛАДНАННЯ:
1. Адсорбер CO_2 для видалення вуглекислого газу, що утворюється під час дихання плодів. 2. Генератор азоту PSA, для автономного виробництва азоту та зниження рівня O_2 шляхом витіснення. 3. Електромеханічна система автоматичного керування газом. 4. Комп'ютерне спостереження з дистанційним керуванням через ПК або смартфон. 5. Портативний аналізатор $\text{O}_2/\text{CO}_2/\text{C}_2\text{H}_4$ для аналізу та контролю рівня газу. 6. Етиленовий каталізатор для досягнення дуже низьких концентрацій у камері.
У камерах схову з ультранизькою концентрацією кисню (УНК) вміст кисню від 1,5 % і нижче. Така концентрація досягається наповненням камери азотом (N_2) і вважається оптимальною. Вона дозволяє: • різко загальмувати процес дихання плодів, що сприяє збереженню значної частини енергії, яка утримується в плодах після збору врожаю; • захистити плоди від впливу кисню (оксидації) на їхній зовнішній вигляд (втрата кольорів, потемніння тощо).

За надто низьких концентрацій кисню, плоди задихаються, і може початися процес бродіння. Мінімально допустимі концентрації кисню залежать від сорту плодів або овочів, клімату й інших аспектів. Наприклад, для всіх сортів яблук рекомендується концентрація O_2 не нижче 1,2%.

Мінімально допустима концентрація кисню може бути легко визначена методом її зниження до моменту початку утворення етанолу ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). Якщо процес утворення етанолу буде відмічений у найбільш ранній стадії, то його дуже просто буде зупинити за допомогою підвищення концентрації кисню на десяту частку відсотка. Таким чином, можна одержати мінімально допустиму концентрацію O_2 для даного сорту.

Під час природного зниження вмісту кисню в камері (на 1% за добу) за рахунок дихання плодів буде потрібно 20 днів, щоб досягти необхідної концентрації. У цей період плоди втратять велику кількість енергії, а також тургор (стануть м'якими). Тому доцільніше прискорювати зниження концентрації кисню за допомогою азоту. Зазвичай, достатньо довести її до 5%, після чого плоди стають настільки активні, що упродовж декількох діб досягається необхідна УНК-концентрація.

Якщо апаратура для відстеження етанолу буде увімкнена на весь період зберігання, то вона буде виконувати функцію додаткового захисту. Така апаратура має «помічати» найнижчий вміст етанолу – від 1 ppm (part per million) і нижче. Головна умова підтримки оптимальної (низької) концентрації кисню – це надійна герметизація камери.



Для організації тривалого зберігання необхідний такий порядок робіт:

- технологічний регламент для забезпечення оптимальних режимів зберігання для різних видів і сортів плодоовочевої продукції;
- проектування нових і реконструкція старих сховищ під тривале зберігання в газовому середовищі з ультранизькою концентрацією кисню (УНК);
- розрахунок і поставка газонепроникних панелей, дверей і фрамуг, необхідного холодильного та УНК-устаткування;
- контроль над будівництвом і реконструкцією, здійснюваними місцевими підрядниками;
- поставка окремих вузлів.

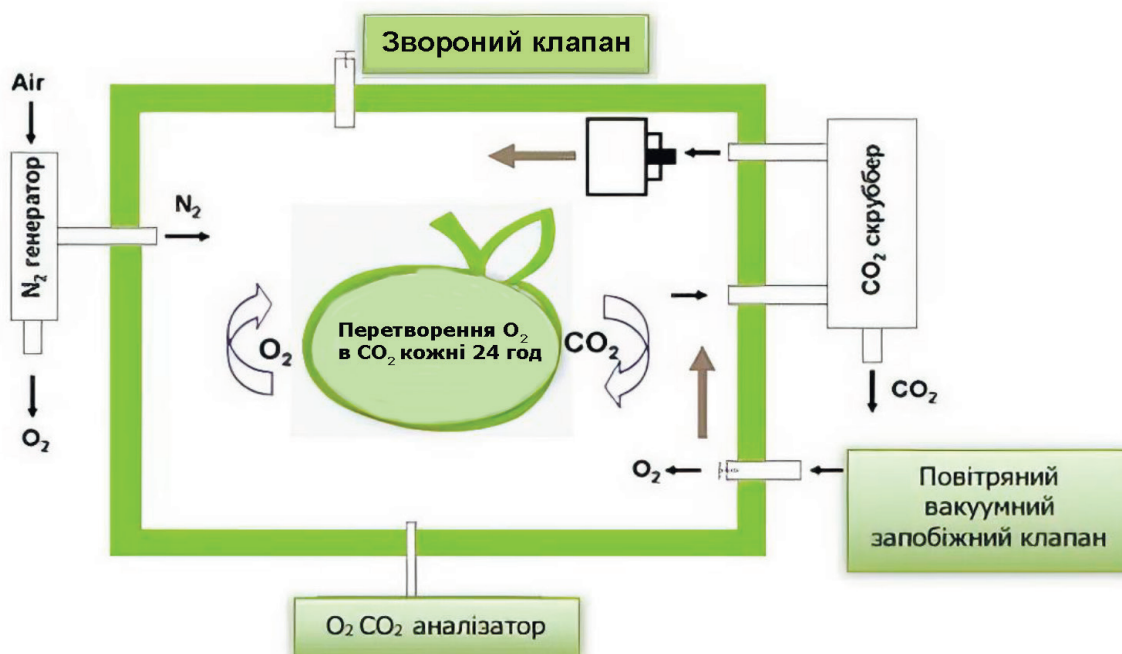


Рис. 5.14. Схема ULO (Ultra Low Oxygen)

Переваги:

- ✓ тривале зберігання без хімікатів, збереження свіжості, твердості, зовнішнього вигляду та поживних якостей. Інструмент захисту від виробничих непередбачених ситуацій, переривання комерційної програми або інших непередбачуваних подій;
- ✓ контроль за процесом дозрівання природним шляхом. Профілактика опіків шляхом видалення етилену. Вибір правильного часу для продажу та розширення маркетингового вікна. Збереження якості протягом тривалого часу та зменшення росту грибків. Економічна оцінка врожаю значно вища, ніж традиційне збереження.



Ультранизький вміст кисню ULO

Палетна автоматична система PFS (Pallet Fresh System)

Ця система, на відміну від попередньої, передбачає автоматичний індивідуальний контроль кисню та вуглекислого газу для палет у РГС-мішках. Параметри контролю можна задавати модульно з можливістю розширення системи. Найкраще підходить для середньо- або довгострокового зберігання з таким розрахунком, щоб на кожен модуль припадало по 32 палети. Це проста та універсальна система зберігання для різноманітних видів продуктів.

Особливості системи:

- модульне зберігання в РГС-мішках, один модуль включає 32 палети;
- оптимальна регуляція співвідношення кисню та вуглекислого газу в РГС-мішку;
- систему просто відключити і включити;
- просто управляти;
- до кожного РГС-мішка підводиться по 3 трубки для:
 - проведення вимірів;
 - подачі кисню або вуглекислого газу;
 - подачі азоту.

Система складається з таких елементів:

- система управління + аналізатор;
- генератор азоту;
- джерело вуглекислого газу (балони);
- трубки та коннектори;
- повітряний компресор.

Особливості системи управління:

- трубки легко підключити;
- легкий доступ до елементів системи;
- управління можна здійснювати з мобільного пристрою.

Секційна система зберігання передбачає централізований контроль вмісту кисню і вуглекислого газу у великих секціях, що можуть включати від 20 до 250 палет. Палети розподіляються на групи або секції, по 10–60 палет із РГС-мішком. Кожен мішок підключається до центральної системи трубок подачі/відбору і змішувального блока для контролю рівнів кисню і вуглекислого газу. Система призначена для середньо- і довгострокового зберігання.

Особливості:

- палети в РГС-мішках розподіляють на групи або секції;
- кожна палета підключається за допомогою двох трубок до центральної труби відбору та подачі газу, до якої підключена змішувальна система вентилятором;
- 10–60 палет на секцію;
- точне регулювання рівня вмісту кисню і вуглекислого газу завдяки циркуляції в секції;
- система енергоефективна й економічна.

Обладнання:

- генератор азоту + балони з вуглекислим газом;
- система управління + аналізатор.

Кожна секція устаткована:

- змішувальною системою, вентиляцією і подачею кисню, вуглекислого газу, азоту;
- трубопроводами для подачі й відбору газу, а також трубками;
- вентилями з коннекторами для кожного мішка.

Змішувальна система розташовується по центру трубопроводів подачі й відбору. Вентилятор створює постійний потік повітря через всі підключені РГС-мішки з палетами. Завдяки цьому забезпечуються оптимальні рівні кисню й вуглекислого газу.

До змішувальної системи підключені:

- клапан подачі кисню;
- вуглекислого газу, азоту;
- вимірювальний клапан;
- вентилятор для циркуляції.

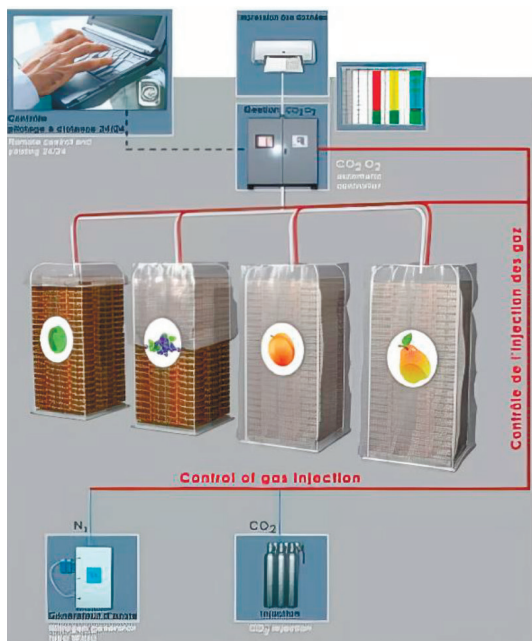


Рис. 5.15. Схема PFS (Pallet Fresh System)



Система Palliflex

5.1.3. Основи розрахунку холодильного зберігання харчових продуктів у РГС

Мета холодильного зберігання харчових продуктів є гальмування змін, які в них відбуваються. Відмінна особливість зберігання охолоджених продуктів рослинного походження полягає в необхідності подачі до продукту кількості кисню, необхідної для проходження обмінних процесів.

Позитивні результати досягаються під час зберігання охолоджених продуктів рослинного походження в регульованому (за киснем і діоксидом вуглецю) газовому середовищі.

Визначити добову зміну концентрації кисню CO_2 в m^3/m^3 , в холодильній камері для зберігання фруктів (овочів) в РГС можливо за допомогою рівняння газового балансу:

$$CO_2 = CO_2^0 + \left[1 - \frac{Kr \cdot z + 2,8 \cdot R_t}{2 \cdot z} \cdot \tau_{зб} \right] \cdot [Kr \cdot (0,21 - 0,21 \cdot C_{CO_2} - CO_2^0)] - \frac{2,8 \cdot R_t (0,1 - 0,25 \cdot C_{CO_2} + CO_2^0)}{z} \cdot \tau_{зб} \quad (5.1)$$

де CO_2^0 – початкова концентрація кисню, m^3/m^3 ;
 Kr – коефіцієнт герметичності камери;
 C_{CO_2} – задана концентрація діоксиду вуглецю, m^3/m^3 ;
 R_t – інтенсивність дихання плодів, за $t_{зб}$, $m^3/m \cdot год$;
 $\tau_{зб}$ – термін зберігання, год;
 z – питомий об'єм ($z \approx 4,5 \sim 5,5 m^3/kg$).

$$z = \frac{V_{буд}}{G_{пр}} \quad (5.2)$$

де $V_{буд}$ – будівельний об'єм камери, m^3 ;
 $G_{пр}$ – маса продукту, завантаженого в камеру, кг.

5.2. Принципи створення і підтримання газових режимів в холодильній камері з РГС

Конструктивні особливості холодильників із РГС. Холодильник із регульованим складом газового середовища за влаштуванням холодильного устаткування нічим не відрізняється від звичайного. Він має компресорну установку з повітряною безканалною системою охолодження камер. Основна відмінність – надійна, герметична газоізоляція і обладнання, за допомогою якого створюється і підтримується певний газовий склад повітря (рис. 5.16).

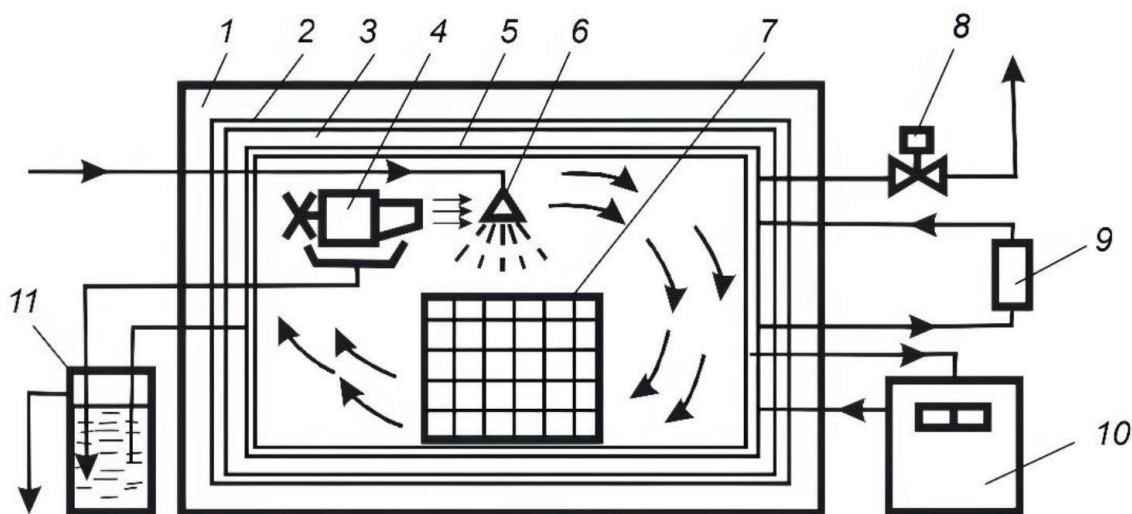


Рис. 5.16. Холодильна камера для зберігання плодів та овочів у регульованому газовому середовищі:

- 1 – обгороджувальні конструкції; 2 – пароізоляція; 3 – теплоізоляція;
4 – повітроохолоджувач; 5 – газоізоляція; 6 – зволожник; 7 – штабель з продукцією;
8 – клапан скидання газового середовища; 9 – обладнання для регулювання
газового складу середовища; 10 – газоаналізатор; 11 – гідросифон

5.2.1. Газоізоляція сховищ

Для герметизації застосовується кілька способів і відповідно матеріалів. Надійними газоізоляційними матеріалами вважають: листову оцинковану сталь, алюмінієву фольгу на бітумі, смоли на вініловій основі, поліефірні та епоксидні смоли, армовані скловолокном, бітумні мастики з каучуком. Крім того, використовують пластмасові плівки, газонепроникні лаки, фарби тощо. Газоізоляційні матеріали, якими вкривають внутрішню поверхню камер, мають бути стійкими проти механічних пошкоджень під час завантаження, хімічно стійкими до компонентів газового складу повітря. Вони не повинні негативно позначатися на продукції, що зберігається. Створення однорідного газового середовища забезпечується циркуляцією повітря. Кратність його циркуляції в камерах у період охолодження продукції – 20, а в період зберігання – 10 об'ємів (незавантаженої камери) за 1 год. У камері має бути не менше як два вентилятори, що гарантує необхідну циркуляцію повітря у разі виходу з ладу одного з них. У практиці зберігання плодів у РГС використовують газові суміші з різним вмістом кисню, діоксиду вуглецю і азоту.



Розрізняють три типи газових сумішей:

1) нормальна, однофакторна – атмосфера, в якій сума концентрацій O_2 і CO_2 дорівнює 21%, як у звичайній атмосфері. Найпоширеніші газові суміші цього типу, в яких вміст CO_2 5 і O_2 16 %; CO_2 10 і O_2 11 %, решта – азот. Інhibуюча дія на процеси життєдіяльності ґрунтується тільки на значному підвищенні концентрації діоксиду вуглецю, тобто вона однофакторна;

2) субнормальна, двофакторна – атмосфера, що складається з помірних концентрацій кисню і діоксиду вуглецю, сума яких не перевищує 10 %. Наприклад, CO_2 5 і O_2 3 %; CO_2 3 і O_2 3 %. Дія такої атмосфери зумовлена підвищенням вмістом CO_2 і зниженням – кисню, тобто вона двофакторна, тому і найефективніше стримує процеси дозрівання і старіння продукції;

3) субнормальна, двофакторна – атмосфера містить низький рівень кисню (2–3 %) і не більше 1 % CO_2 . Вона найменш ефективно стримує післязбиральне дозрівання і рекомендована тільки для плодів тих сортів, які зовсім не витримують підвищеної концентрації діоксиду вуглецю в атмосфері сховища.

Останнім часом у деяких зарубіжних країнах застосовують спосіб зберігання яблук за ультранизького (1%) вмісту кисню в атмосфері сховища. Вибір типу атмосфери залежить від виду продукції (яблука, груші, сливи та ін.), конкретного сорту і строків зберігання, тобто має бути суворо диференційованим. Недотримання рекомендованих газових режимів порушує процеси життєдіяльності плодів, що зумовлює значні втрати за рахунок фізіологічних захворювань – побуріння шкірки, м'якуша, втрати смаку тощо. Водночас підтримання заданих параметрів газового середовища гарантовано зберігає плоди від передчасного перезрівання.

У холодильниках із РГС першого типу оптимальний склад газового середовища, утворюється природно, за рахунок життєдіяльності продукції (рис. 5.17).

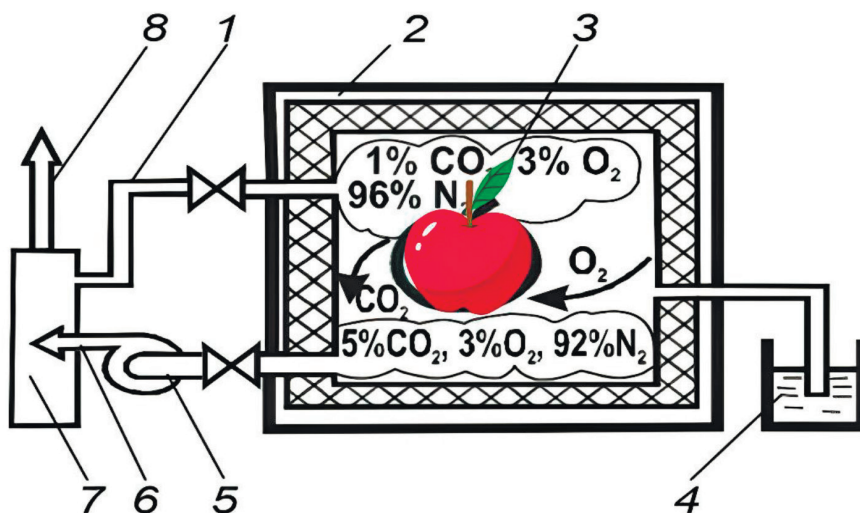


Рис. 5.17. Принципова схема холодильної камери з природним утворенням газового середовища:

- 1 – трубопровід зворотний; 2 – герметична холодильна камера; 3 – продукція;
- 4 – гідросифон; 5 – вентилятор; 6 – трубопровід забору газового середовища з камери;
- 7 – обладнання для поглинання діоксиду вуглецю; 8 – трубопровід скидання діоксиду вуглецю

Для прискореного створення необхідної атмосфери в таких сховищах використовують азот для витискання надлишку кисню (рис. 5.18).

У камерах з внутрішньою генерацією газових сумішей максимально використовують вантажний об'єм, але вони вимагають високого ступеня герметичності, огорожувальних конструкцій. Оптимальний вантажний об'єм – 3,5–4 м³/т. Скорочення питомого об'єму досягається різким зменшенням відстані між продукцією та огорожувальними конструкціями камер (до 5–10 см) і проміжків між штабелями до 2–5 см, а також виборам оптимальних співвідношень між довжиною, шириною і висотою камери. Останні беруть кратними розмірам піддонів, на яких розміщують ящики з плодами.

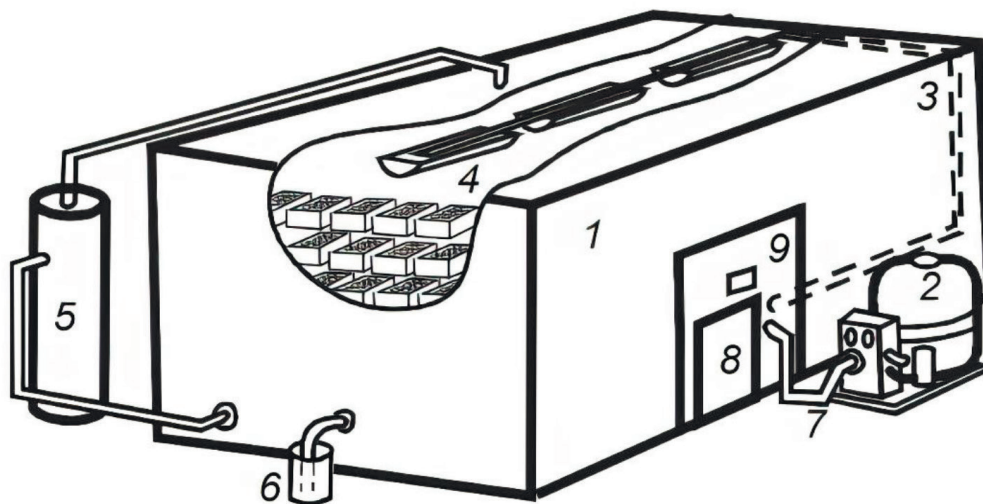


Рис. 5.18. Використання зрідженого азоту в плодосховищах із регульованим складом газового середовища:

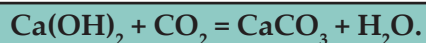
1 – камера РГС; 2 – балон із зрідженим азотом; 3 – мідна трубка; 4 – випарник;
5 – скрубери; 6 – гідрозатвор; 7 – шланг; 8 – люк; 9 – оглядове вікно;

За нормальних сумішей склад газового середовища у камерах регулюється таким чином: у результаті дихання плодів вміст діоксиду вуглецю підвищується, а кисню – зменшується, водночас сумарна концентрація обох компонентів залишається у межах 21%. Надлишок вмісту CO₂ проти норми усувається подаванням у камеру зовнішнього повітря у кількості, що врівноважує використання кисню, потрібного для уповільнення дихання продукції. Для цього застосовують додаткове обладнання, що складається з вентилятора для подавання в камеру зовнішнього повітря і його перемішування, апарата для поглинання CO₂ та інших продуктів дихання продукції.

У разі використання субнормальних газових сумішей, крім вентилявання камери, треба штучно видалити з неї надлишок діоксиду вуглецю. В цьому випадку проводять роздільне регулювання вмісту CO₂ і O₂ в камері. Спочатку за рахунок дихання плодів встановлюють необхідну підвищену концентрацію CO₂, а потім його надлишок відводять і відповідно коригують концентрацію кисню. Одержаний таким чином необхідний вміст компонентів у подальшому регулюють одночасною добавкою кисню із зовнішнього середовища вентилятором і відведенням діоксиду вуглецю – поглинанням його в спеціальних апаратах – скруберах.

Як поглинаючі, що зв'язують CO₂, використовують луи: КОН, NaOH, іноді вапняне молоко (розчин Ca(OH)₂ у воді). Проте луи після певного періоду використання втрачають свої властивості поглинання, і тому їх потрібно систематично замінювати. Крім того, вони спричиняють значну корозію металів.

Тому замість лугів застосовують сухий гранульований вапняк



Скрубер, що працює з таким поглиначем, є герметично закритим металевим резервуаром із кількома решітчастими полицями. На полиці вкладають пористі мішки з вапном. Такі скрубери, завдяки простоті будови і економічності в експлуатації, широко застосовуються на холодильниках Великої Британії та інших країн (рис. 5.19).

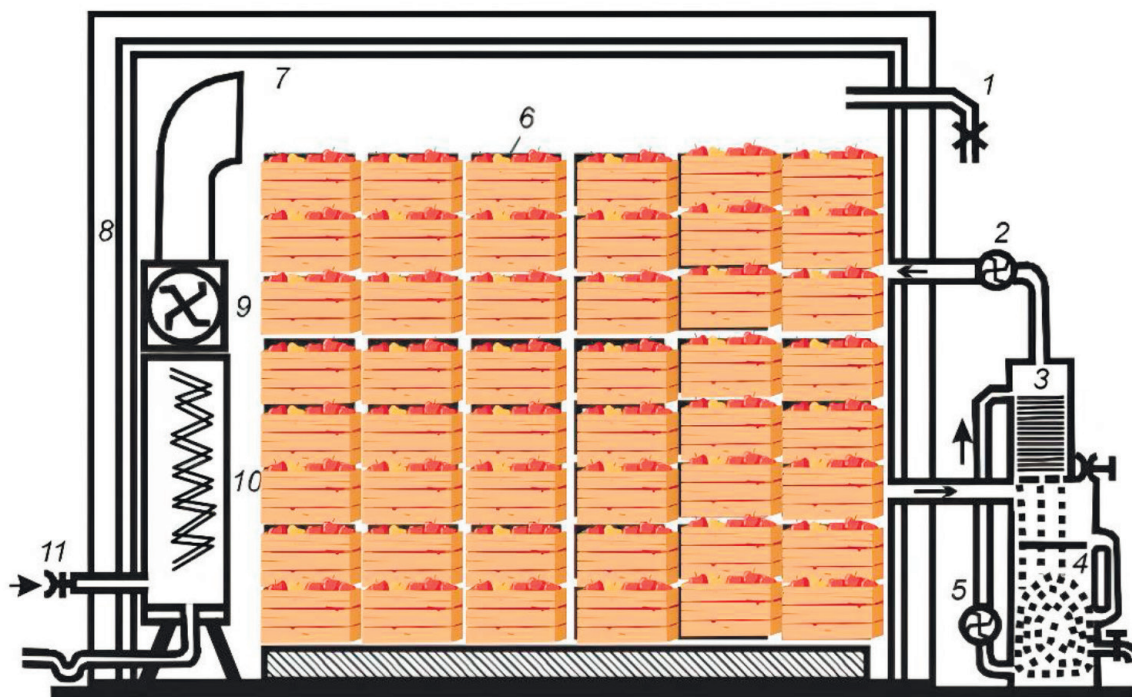


Рис. 5.19. Схема камери холодильника з регульованим складом газового середовища, обладнаного скруберами:

- 1 – відбір контрольних проб газової суміші; 2 – вентилятор; 3 – поглинач CO_2 (скрубер); 4 – луг;
5 – насос; 6 – плоди; 7 – герметичне покриття; 8 – зовнішня ізоляція; 9 – вентилятор;
10 – повітроохолоджувач; 11 – подавання повітря

У Франції як поглинач використовують *поташ* (K_2CO_3 – дешевий матеріал, який не має запаху, не отруйний і добре піддається регенерації за допомогою зовнішнього повітря).



Недолік розчину поташу – низька поглинальна здатність.

У Франції розроблено нову оригінальну систему регулювання газового середовища камер без скруберів. Вона називається дифузійним газообмінником, зробленим із силіконово-каучукової плівки. Ця плівка має властивість пропускати гази з різною інтенсивністю – в 5–10 разів швидше для діоксиду вуглецю, ніж для кисню, і в 5 разів повільніше для азоту, ніж для кисню. Стінки плівок утворюють низку паралельних каналів (мішків), через які за допомогою вентилятора циркулює повітря з камери (рис. 5.20). Внаслідок дифузії газів через плівку з циркулюючого повітря виходять діоксид вуглецю, леткі речовини і частково азот, а замість них із навколишньої атмосфери всередину мішків дифундує кисень. Робоча поверхня газообмінника підбирається з

таким розрахунком, щоб у камері автоматично підтримувався оптимальний для зберігання плодів режим. Питома поверхня дифузійних стінок становить, 6 м^2 , а кількість циркулюючого через апарат повітря – 6 л/хв на 1 т плодів, що перебувають на зберіганні. Це дає можливість підтримувати в камері субнормальну двофакторну газову суміш – $2,5\text{--}3,5\% \text{ O}_2 + 3,5\text{--}4,0\% \text{ CO}_2$. Дифузійний газообмінник встановлюється за межами камери у спеціальному приміщенні, де підтримується постійна температура. Такі обмінники випускають для камер із РГС місткістю від 50 до 800 т .

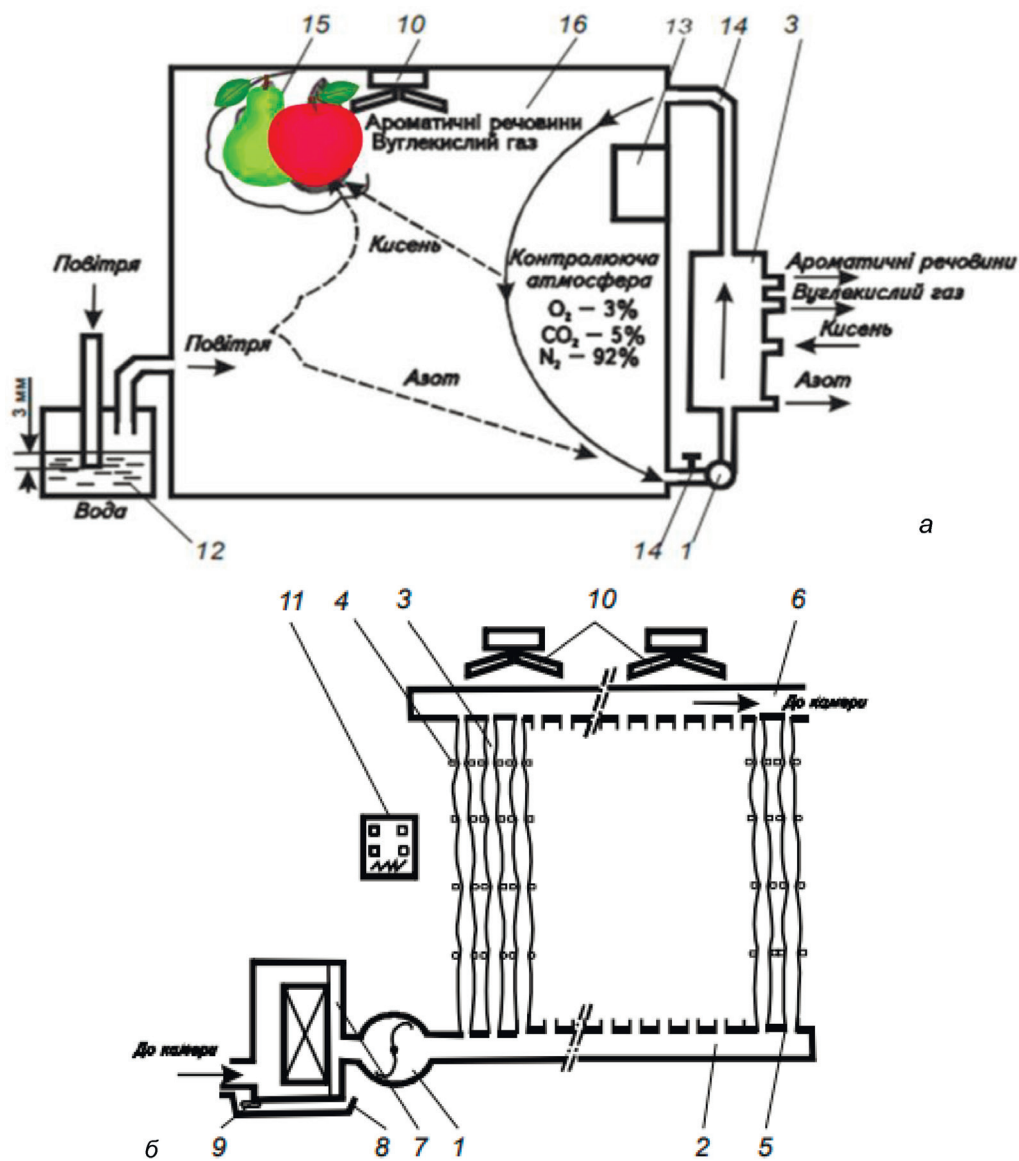


Рис. 5.20. Система регулювання газового середовища камер для зберігання плодів із застосуванням дифузійного газообмінника:

а – принцип дії дифузійного газообмінника; *б* – принципова його схема.

- 1 – вентилятор для циркулювання газової суміші; 2 – розподільний колектор; 3 – канали (мішки) з силіконово-каучукової плівки; 4 – проміжні кільця; 5 – затискачі для вимкнення каналів; 6 – приймальний колектор; 7 – фільтр; 8 – бак для конденсату; 9 – зливний кран з гідравлічною засувкою; 10 – вентилятор для циркулювання зовнішнього повітря; 11 – електрошафа керування; 12 – обладнання для вирівнювання тиску; 13 – охолоджувальний прилад; 14 – клапан; 15 – плоди; 16 – герметична камера

5.2.2. Газові суміші

На практиці зберігання плодів у камерах з регульованим газовим середовищем використовують газові суміші з різною концентрацією кисню, вуглекислого газу та азоту. В усіх випадках їх основу складає азот, концентрація якого в суміші 79–97%. Застосовують так звані нормальні газові суміші, в яких сумарна концентрація кисню і вуглекислого газу рівна сумарній концентрації кисню і вуглекислого газу в повітрі, тобто 21%. Найпоширеніші суміші цього типу, в яких міститься 5–10% вуглекислого газу, 16–11% кисню і 79% азоту. Гальмівну дію, нормальних газових сумішей засновано переважно на високій концентрації вуглекислого газу, граничне значення якої складає 10%. У цьому випадку концентрація кисню, який знижується мінімально до 11% і суттєво не впливає на гальмування біохімічних процесів, що відбуваються в плодах.

Однак, більш ефективні газові суміші, де сумарна концентрація кисню і вуглекислого газу нижче 21%. Такі суміші називаються субнормальними. Найпоширеніші субнормальні суміші це ті, в яких міститься 3–5% кисню, 0–5% вуглекислого газу і 90–97% азоту. Субнормальні газові суміші затримують дозрівання плодів у результаті значного одночасного збіднення середовища киснем, і збагачення його вуглекислим газом. Вони сильніше сповільнюють процеси дозрівання плодів, сприяють кращому збереженню твердості і смакових якостей (особливо кислотності) плодів. Крім того, в результаті одночасного зниження концентрації кисню (менше 5%) і накопичення вуглекислого газу (до 5%) помітно призупиняється розвиток функціональних розладів, які часто виникають за використання нормальних сумішей.

Субнормальні суміші використовують, як правило, за температури трохи вище 0°C і відносній вологості 90–95%. За більш низької температури в умовах підвищеної вологості збільшується чутливість плодів до вуглекислого газу.

Таблиця 5.3

Типи газових сумішей

Тип газової суміші	Концентрація, %		
	O ₂	CO ₂	N ₂
Субнормальна – I	3	5	92
Нормальна – II	11	10	79
Субнормальна – III	3	0	97
Нормальна – IV	12–16	5–9	Решта

У рекомендаціях міжнародної організації зі стандартизації (ISO) наводяться чотири найхарактерніші типи газових сумішей для зберігання фруктів і овочів в камерах з РГС. Зберігати фрукти і овочі в холодильних камерах з РГС слід, як правило, у найефективніших субнормальних газових середовищах 1 типу.

Режим зберігання, характерний концентрацією кисню 3% і вуглекислого газу 5%, може слугувати розрахунковим під час проєктування камер з РГС і підбору спеціального обладнання для формування та підтримки в них заданого газового складу середовища.

За даними ІСО, газове середовище з концентрацією кисню 3% і вуглекислого газу 5% є найпоширенішим у світовій практиці та рекомендується для 75% вивчених сортів фруктів і овочів, районованих у Європі, Північній Америці, а також в основних районах виробництва плодів: Молдова, Казахстан, Північний Кавказ, Україна. У кожному окремому випадку оптимальні режими зберігання в РГС уточнюють експериментальним шляхом залежно від місцевих умов вирощування та стану плодів. Це особливо важливо для сортів, зберігання яких в умовах РГС ще не проводили.

Режим зберігання в РГС необхідно встановлювати в першу чергу для найцінніших і перспективніших для промислового зберігання сортів плодів. Так, у Франції майже 80% всіх яблук, використовуваних для закладки на зберігання камери з РГС, доводиться тільки на один сорт – Голден Делішес.

Таблиця 5.4

Типи газових сумішей

Тип суміші	Концентрація, %		Ко ₂ СО ₂ долі одиниці
	СО ₂	О ₂	
Нормальні газові суміші			
II	11	10	0,506
IV	12	9	0,543
IV	13	8	0,582
IV	14	7	0,624
IV	15	6	0,670
IV	16	5	0,718
Субнормальні газові суміші			
III	3	0	0,496
I	3	3	0,453
I	3	5	0,427
III	5	0	0,537
I	5	3	0,491
I	5	5	0,462

Для спрощення завдання під час розробки проєктів холодильних камер РГС та підбору спеціального інженерного устаткування рекомендується приймати єдині розрахункові параметри середовища:

концентрація кисню	3% (± 1%)
вуглекислий газ	5% (± 1%)
азот	92% (± 1%)
температура	від 0 до 4 ° С (± 0,5 °С)
відносна вологість	90–95% (± 1–2%)

Спосіб природного формування газового середовища, заснований на використанні процесу дихання фруктів і овочів, забезпечує отримання необхідних значень концентрацій О₂ і СО₂ за два-чотири тижні залежно від ступеня герметичності камери, виду, сорту і стану плодів, типу газового середовища.

Під час штучного формування газових середовищ за допомогою спеціальних установок, що генерують газові суміші або їх окремі компоненти, застосовують тільки субнормальні газові суміші, що забезпечують найефективніше зберігання плодоовочевої продукції в камерах з РГС. Тривалість формування газового середовища необхідного складу в цьому випадку може бути скорочене до декількох діб або навіть годин.

Штучне формування газових середовищ на відміну від природного (біологічного) дозволяє за необхідності частково завантажувати і розвантажувати камери з РГС у процесі зберігання, а

також автоматизувати процес підтримання концентрацій O_2 і CO_2 у заданих оптимальних межах. Крім того, під час штучного створення газових середовищ знижуються вимоги до герметичності камер з РГС.

Застосування штучного формування газових середовищ у камерах ефективно для продукції з невеликим терміном холодильного зберігання, протягом якого в камерах не встигає створюватися необхідне газове середовище природним шляхом за рахунок дихання (наприклад, для ягід, зелені, квітів тощо).

	Необхідне співвідношення між концентраціями O_2 і CO_2 в газовому середовищі камери з РГС може підтримуватися:
• заміною частини газового середовища камери на зовнішню (природне формування газового середовища, нормальні газові суміші); • видалення надлишку вуглекислого газу за допомогою спеціальних скрубіруючих пристроїв з абсорбційними або адсорбційними поглиначами CO_2 (природне формування газового середовища, субнормальні газові суміші); • заміною частини газового середовища камери на приготовлену в спеціальних установках – генераторах (штучне формування газового середовища, субнормальні газові суміші); • організацією газообміну між середовищами всередині і зовні камери через дифузійні газообмінні, газорозділювальні пристрої із селективно-проникаючих для компонентів газового середовища матеріалів (природне формування газового середовища, субнормальної газової суміші).	
Відповідно до способів формування газових середовищ холодильні камери з РГС поділяються на такі види:	
• герметичні з огороженнями високої щільності, в яких газообмін через поверхні огорожень настільки низький, що за рахунок фізіологічної активності фруктів і овочів можна створити і підтримувати на необхідному рівні концентрацію кисню і вуглекислого газу; • герметичні з огороженнями зниженої щільності, в яких підтримання необхідного режиму досягається тільки штучно шляхом подачі газового середовища певного складу із зовнішніх джерел (генератори, азотні установки, балони та ін.).	

Для регулювання концентрації вуглекислого газу під час природного створення газових сумішей у камерах з огороженнями високої щільності найбільше поширення набули скрубери, апарати, в яких поглинається надлишок вуглекислого газу з газової суміші шляхом абсорбції або адсорбції його хімічними або фізичними речовинами (поглиначами). Як поглиначі вуглекислого газу в скруберах використовують активоване вугілля, молекулярні сита, адсорбент Ф-1, розчин вуглекислого калію (поташ), розчини етанол аміну та ін. Робота скрубіруючих установок можлива за децентралізованою схемою: камера – скрубер – камера, або по централізованій групі: група камер – скрубер – група камер. Найчастіше застосовують двосекційні скрубери безперервної дії, що працюють за децентралізованою схемою. Одночасно з поглинанням вуглекислого газу в одній із секцій, в іншій відбувається регенерація поглинача атмосферним повітрям. Секції поперемінно переключаються з режиму поглинання на режим регенерації за допомогою автоматичних клапанів.

Холодильне устаткування:

- прямого випаровування DX (Direct expansion);
- з проміжним холодоносієм SRS (Non direct expansion).



Рис. 5.21. Холодильне устаткування в камерах з РГС

Для камер зберігання плодоовочевої продукції можна використовувати обидва вказані вище типи холодильних систем.

Якщо кількість камер зберігання невелика, то краще використовувати системи з прямим випаровуванням, оскільки це більш економічний варіант і реалізований швидше. У випадку, якщо передбачається зберігати великий обсяг продукції та кількість камер чимала, то можна використовувати холодильні системи з проміжним холодоносієм (зазвичай розчин пропіленгліколю), які, в порівнянні з DX-системами, мають такі **переваги**:

- **надійність**, оскільки зменшується довжина та обсяг фреонового контуру; менша усушка продукції, оскільки ми можемо регулювати «дельту» між температурою камери і температурою охолоджувача, що подається в охолоджувач повітря;
- **адаптивність**, оскільки є можливість змінювати холодопродуктивність охолоджувача повітря за рахунок зміни дельти між температурою камери та температурою холодоносія;
- **універсальність** – система з вторинним охолоджувачем дозволяє підтримувати в різних камерах різні температурно-вологісні параметри в широкому діапазоні;
- **збільшення ресурсу роботи обладнання** за рахунок скорочення кількості пусків/зупинок, стабільності параметрів роботи компресорів;
- **енергоефективність**, оскільки можливо не використовувати (у багатьох випадках) тени електровідтаювання повітроохолоджувача, які є потужним споживачем електроенергії;
- системи SRS дозволяють використовувати багатоконтурні холодильні машини, що позначається на загальній надійності системи холодопостачання сховища;
- системи SRS дозволяють виключити можливість витоку фреону в камерах з РГС, усунення та пошук якої дуже непростий.



Устаткування для підтримки регульованого газового середовища:

- СА (контрольована атмосфера);
- ULO (ультранизький вміст кисню);
- DCA (динамічна контрольована атмосфера).

Система зберігання плодів у РГС дозволяє досягти всіх бажаних газових концентрацій, що забезпечує тривалі терміни зберігання плодів без втрати їх якості.

Зберігання овочів і фруктів у газовому середовищі – це новий крок у технічному забезпеченні підприємств харчової промисловості, що дозволяє зберегти смак, аромат, товарний вигляд і харчову цінність плодів максимально тривалий час.

Для створення високоефективного сховища для фруктів та овочів у середовищі з регульованою атмосферою необхідні складові, перераховані нижче.

5.3.1. Азотні генератори

Режими роботи технології VPSA:

Циркуляція

Під час циркуляції залишковий вміст кисню знижується одночасно з концентрацією кисню в камері зберігання. Циркуляція є найенергоефективнішим режимом для зниження рівня кисню в камері зберігання. Так званий «час зниження» показує час, необхідний для зниження концентрації кисню в камері зберігання до необхідного рівня. Під час роботи VPSA (рис 5.22) в режимі циркуляції рівень кисню в камері знижується на 30% швидше, ніж під час роботи в режимі інжекції.



Рис. 5.22. Азотний генератор VPSA

Інжекція

Перевага режиму інжекції полягає в тому, що в камері можна підтримувати невеликий надлишковий тиск, щоб умови зберігання ULO (наднизький вміст кисню, менше ніж 3%) можна було створити навіть у камерах з незначним витоком. Використовуючи VPSA, в будь-який момент можна перемикається між режимами інжекції і циркуляції та навпак

Переваги VPSA генератору N_2 Van Amerongen

- вентилятор без оливи (гарантує, що активоване вугілля не забруднюється залишковими домішками оливи);
- термін служби збільшується більш, ніж у два рази;
- фільтр з активованим вугіллям очищається за допомогою вакуумної техніки (дозволяє йому залишатися незабрудненим і сухим).

5.3.2. Адсорбери вуглекислого газу

Фрукти «дихають»: вони поглинають кисень (O_2) і виділяють вуглекислий газ (CO_2).

Скрубер CO_2 (рис 5.23) видаляє вуглекислий газ (тобто вуглекислоту), яка утворюється в камерах зберігання, щоб запобігти надмірному підвищенню концентрації і пошкодження фруктів.



Рис. 5.23. Скрубер CO_2

Як визначити продуктивність скрубера CO₂:

Для визначення необхідної продуктивності скрубера CO₂ для вашого об'єкта, необхідно отримати такі дані:

кількість холодильних камер

розміри холодильних камер

**вид і кількість продукту, який має зберігатися
(скільки CO₂ виробляє продукту)**

**необхідні умови зберігання (концентрація CO₂)
в камері**

Переваги скрубів CO₂ Van Amerongen

- система на 1 ємність (замість систем інших виробників на 2 ємності);
- низька вартість;
- подвійна економія енергії;
- швидше на 20%;
- унікальна система фільтрації і розподільних пластин (робить скрубери на 30% ефективнішими);
- мінімальний приплив кисню через систему;
- система буферів Van Amerongen забезпечує мінімальний приплив O₂ під час видалення CO₂

Van Amerongen виробляє лінійку стандартних скрубів CO₂ з продуктивністю від 50 до 900 кг на добу (за 3% CO₂).

5.3.3. Скрубери кисню

Устаткування PSA (Pressure Swing Absorption або Короткострокова Адсорбція Тиску) ідеально підходить для об'єктів, де потрібен великий обсяг азоту, який має бути введений за високого тиску.

Це стосується холодоховищ з великою кількістю (> 20) холодильних камер або сховищ, в яких відбувається видалення кисню з декількох осередків одночасно, продуктивністю більше, ніж 85 м³ /год. PSA підходить для вироблення дуже чистого азоту(рис 5.24). PSA поставляються із залишковою концентрацією кисню <0,1% і продуктивністю до 1200 м³ /год.



Рис. 5.24. Скрубер O_2

5.3.4. Конвертери етилену

Для сортів фруктів, таких як ківі, які є чутливими до етилену (в умовах РГС), потрібен перетворювач етилену. Перетворювач етилену від Van Amerongen видаляє (рис 5.25) етилен з холодильних камер шляхом каталітичного горіння; водночас етилен можна підтримувати на будь-якому необхідному рівні, як в діапазоні ppm, так і в діапазоні ppb.

Використання принципу SwingTerm, фактично величезного теплообмінника, означає, що очищене повітря тільки трохи нагрівається. Пристрій використовує кисень для перетворення етилену в інертні субстанції: CO_2 і воду. Наш перетворювач етилену поставляється в трьох стандартних потужностях. Інші потужності також поставляються під замовлення.



Рис. 5.25. Перетворювач етилену



Особливості конвертерів етилену:

- максимальне охолодження повітря завдяки теплообміннику найвищої якості (керамічні соти);
- високі каталітичні значення завдяки високоякісним платиновим алюмінієвим гранулам (0,6 г/кг);
- нижня межа оптимальної температури горіння 250°C;
- різниця температури між вхідним і вихідним повітрям <5°C

Переваги керамічних пористих теплообмінників Van Amerongen у порівнянні зі звичайними керамічними кульками або гранулами (спліт-система):

- покращений термічний ККД;
- знижені втрати тиску над тепловим порогом;
- прискорений теплообмін;
- знижена вага.

5.3.5. Центральна система керування My Fruit

My Fruit – це прогресивна система керування та контролю, спеціально розроблена фірмою VanAmerongen для керування всім обладнанням сховища фруктів. Дозволяє працювати в режимі «динамічного» газового середовища, коли вміст кисню в камері зберігання підтримується на мінімально можливому рівні, тим самим, знижуючи втрати від дихання фруктів до мінімуму.



Рис. 5.26. Щит вимірювання і керування

Центральна система керування My Fruit включає щит вимірювання і керування (рис 5.26), який оснащений контролером My Fruit, платою реле, газоаналізаторами та іншими робочими елементами. За необхідності система може бути розширена.

Основа для виконання вимірювань:

- значення датчика O_2 ;
- значення датчика CO_2 .

Функціональні особливості:

- перевірка складу газу за допомогою вимірювальних трубок;
- автоматичне калібрування датчиків O_2 і CO_2 ;
- автоматичне керування системою з можливістю за необхідності проводити вимірювання вручну;
- аерація за допомогою вентиляторів (окремий вихід);
- інжекція N_2 через окремий вихід;
- додаткова подача N_2 (режим циркуляції) в кожну камеру по черзі;
- адсорбція CO_2 за вимірюваннями або за часом (у разі зупинки).

Автоматична вдосконалена система управління диханням (респірації) (Advance Control of Respiration) була також протестована в лабораторних умовах і шляхом великомасштабних тестувань в холодильних камерах. Протягом 2 сезонів системою ACR підтримувався оптимальний рівень кисню в декількох камерах. Система вимірює дихальний коефіцієнт – ДК (RQ), зупиняючи час від часу всю систему ULO під час моніторингу зміни концентрації O_2 і CO_2 . Система вигідна для використання в сховищах тим, що є абсолютно надійною інтерактивною системою зберігання і гарантує збереження оптимальної якості продуктів.

5.3.6. Система автоматичного обліку конденсату



Рис. 5.27. Витратомір конденсату

Система обліку конденсату

Основним елементом системи є вимірювачі рівня відносної вологості RH.

Фрукти, які зберігаються в РГС/ULO, втрачають вологу. Втрати вологи скорочуються, якщо рівень RH (відносної вологості) підтримується вище 90–95%. Під час охолодження в камерах вода забирається з повітря і, як наслідок, рівень відносної вологості падає. Потім вода замерзає на охолоджувачах (зволожувачах), і конденсат відводиться під час відтаювання.

Компанія Van Amerongen поставляє витратоміри (лічильники води) (рис. 5.27), які автоматично обмежують втрати вологи. Контролер на системі Van Amerongen може бути оснащений програмним модулем, який реєструє кількість втрачених літрів. Таким чином, можна вести облік втраченої вологи на етапі зберігання.

Система вимірювання рівня відносної вологості

Відносна вологість під час зберігання фруктів у регульованому газовому середовищі (РГС) автоматично підтримується вище 90%.

Незважаючи на це, плоди в процесі зберігання мають вологу в малих кількостях внаслідок процесу дихання. Плоди, як живий організм, споживають кисень, виділяють воду і вуглекислий газ.

Контролюючи цю воду, можна об'єктивно судити про якість процесу зберігання плодів, своєчасно приймати рішення про реалізацію продукції з камери зберігання.

Так як камери під час зберігання в РГС повністю герметичні, то конденсат утворюється на теплообміннику повітроохолоджувача – це волога випарувалася з плодів і її кількість дорівнює втраті ваги продукції в камері (усушка).

Компанія Van Amerongen виробляє лічильники, які дозволяють автоматично проводити облік цієї води в кожній камері. Всі дані реєструються і зберігаються в системі My Fruit.



Адсорбер CO₂
Van Amerongen 2



Переваги генераторів Van
Amerongen VPSA/PSA N₂

5.4. Технологія зберігання та особливості експлуатації камер з РГС

У холодильній камері зниження концентрації O₂ і підвищення CO₂ призводить до значного уповільнення усіх метаболічних процесів, що відбуваються у плодах. Як результат терміни їх зберігання продовжуються на 2–3 місяці, максимально зберігаються їх смакові та харчові властивості, а втрати знижуються у 2–3 рази. Яблука та груші можна зберігати до наступного врожаю. У країнах з розвиненим садівництвом (Італія, Голландія, Бельгія, Німеччина, Англія, США та ін.) практично весь комерційний урожай яблук і груш, призначених для споживання у свіжому вигляді, зберігається в камерах з РГС.

Значення концентрацій O₂ і CO₂ залежать від виду продукту, умов вирощування та інших факторів. Технологія постійно вдосконалюється. Нині в інших країнах використовується технологія з ультранизькими концентраціями кисню (ULO). За кордоном, та вже й у нашій країні, замість РА частіше використовується термін ULO.



Рис. 5.28. Герметичні холодильні камери з РГС

Для реалізації цієї технології необхідно мати холодильні камери (рис. 5.28) необхідної герметичності та відповідне технологічне обладнання. Воно включає в себе генератор азоту, адсорбер CO_2 і систему автоматичного обладнання.



Рис. 5.29. Генератор азоту

Генератор азоту (рис. 5.29) призначений для первинного зниження в камерах концентрації O_2 , адсорбер забезпечує періодичне видалення CO_2 , що виділяє продукція, а система автоматичного управління здійснює періодичне вимірювання концентрації CO_2 , O_2 , температури і на підставі цього – включення відповідного обладнання для коригування режимів.

Як генератори азоту для цієї технології найпоширеніші нині отримали мембранні або абсорбційні газороздільні установки. Мембранні установки засновані на використанні мембран, що мають селективну проникність для O_2 і N_2 , а абсорбційні – на використанні молекулярних сит, які селективно адсорбують один з цих газів.

Умови зберігання овочів та фруктів

Назва	Термін зберігання, діб	Температура під час зберігання, °C	Відносна вологість повітря, %
1	2	3	4
ОВОЧІ			
Огірки	10–15	+10–+11	90–95
Баклажани	10–15	+8–+12	85–90
Цвітня капуста	20–30	0–+1	90–95
Білокачанна капуста	20–210	0–+1	90–95
Червонокачанна капуста	90–180	0–+1	90–95
Броколі	10–14	0	90–95
Морква	30–240	0	90–95
Буряк	30–210	0	90–95
Картопля рання	30–90	+4–+6	90–95
Картопля пізня	90–200	+4–+6	90–95
Цибуля ріпчаста	30–180	+0,5–+1,5	65–70
Цибуля-пір'я	7–10	0–+1	95–100
Цибуля порей	20–90	0–+1	90–95
Кольрабі	25–90	0–+2	95–100
Редька	7–21	+1–+2	95–100
Часник	90–210	+1–+2	65–70
Салат	7–21	0–+2	95–100
Шпинат	10–14	0–+2	95–100
Ендівій	14–21	0–+2	95–100
Перець солодкий	12–20	+8–+9	95–100
Перець гострий	14–21	+7–+10	95–100
Кабачки	7–14	+5–+10	90–95
Цукіні	14–21	+7–+10	90–95
Патисони	7–21	+5–+10	90–95
Помідори зелені	21–28	+13–+20	90–95
Помідори спілі	7–14	+8–+11	90–95
Авокадо	14–28	+7–+13	85–90
Зелень (петрушка, селера)	10–25	-0,5– -1	95–100

1	2	3	4
ФРУКТИ			
<i>Банани зелені</i>	20–60	+13	85–90
<i>Банани спілі</i>	2–7	+14	85–90
<i>Яблука зимові</i>	30–200	-1–+4	90–95
<i>Апельсини</i>	60–120	+6–+10	85–90
<i>Лимони</i>	30–200	+12–+14	85–90
<i>Мандарини</i>	14–30	+5–+8	85–90
<i>Грейпфрути</i>	28–90	+10–+14	85–90
<i>Ківі</i>	30–90	0–+1	90–95
<i>Груши</i>	15–120	0–1	90–95
<i>Абрикоси</i>	7–20	0..-1	90–95
<i>Ананаси</i>	14–38	+7–+10	85–90
<i>Виноград</i>	20–120	0– -1	90–95
<i>Манго</i>	14–25	+13	85–90
<i>Персики</i>	14–30	0– -1	90–95
<i>Слива</i>	14–28	0–+1	90–95
<i>Кавуни</i>	14–21	+10	85–90
<i>Дині</i>	14–30	+3–+10	85–90
<i>Черешня</i>	5–10	0–+2	90–95
<i>Кокосові горіхи</i>	30–180	0–+1,5	80–85
<i>Полуниця</i>	5–10	0	90–95

Для видалення CO₂ використовують адсорбери різної конструкції на основі адсорбенту, що поглинає цей газ з регенерацією і продуванням чистим атмосферним повітрям.

За останні десять років технологія зберігання в камерах з РГС починає все ширше застосовуватися і в нашій країні. Це здійснюється як шляхом будівництва нових холодильників з РГС, так і шляхом реконструкції існуючих холодильників або просто виробничих будівель під цю технологію. Кожен із цих варіантів має свої переваги і недоліки. Так, під час будівництва нового можна отримати оптимальні за розміром і висотою камери, наявність залу товарної обробки з експедицією та відвантажувальними шлюзами, реалізувати розміщення технологічного обладнання на технологічному поверсі над транспортним.

Використання легких **металевих конструкцій** (рис. 5.30) та теплоізоляційних «сандвіч»-панелей дозволяє (рис. 5.31) значно прискорити процес будівництва. **Сучасні панелі** мають високі теплоізоляційні властивості, вони довговічні, вогнестійкі й гігієнічні. Кілька вітчизняних фірм випускають панелі ППУ, які за якістю не поступаються закордонним. Під час будівництва **холодильника з панелей** значно простіше домогтися потрібної герметичності камер, що необхідно для реалізації технології зберігання в регульованій атмосфері.



Рис. 5.30. Камера з РГС легкометалевої конструкції

Як показала вже і вітчизняна практика, холодильник з РГС на 2500–5000 т можна побудувати за 3–4 місяці.



Рис. 5.31. Камера з РГС «Сандвіч»-панелей

Реконструкція існуючої будівлі під холодильник з РГС дешевше, оскільки відсутні витрати на нульовий цикл та огорожувальні конструкції. Однак, не в усіх випадках можливо реалізувати оптимальне планування, адже є обмеження за висотою камер.

За реконструкції існуючої будівлі або будівництва нової, для реалізації технології зберігання в РГС слід враховувати специфічні вимоги для фруктів і овочів з підтримання високої відносної вологості в камерах (88–93%). Тому дуже важливим є правильний розрахунок і підбір холодильного обладнання з відповідною схемою охолодження, холодопродуктивністю, кратністю повітрообміну, технічними характеристиками **охолоджувачів повітря**, типом ТРВ, швидкістю руху повітря тощо. Деякі зарубіжні холодильні фірми, зокрема Helpman і Goedhard, виробляють охолоджувачі повітря, конструктивно оптимізовані для тривалого зберігання фруктів та овочів (рис. 5.32).



Рис. 5.32. Система охолодження камери з РГС

Основні гази, які впливають на продукт – це кисень, етилен і вуглекислий газ. Залежно від їх вмісту в приміщенні для зберігання овочів і фруктів, залежить і тривалість зберігання продукту.

Існує кілька способів зберігання плодів у регульованому газовому середовищі:

- класичний – вміст вуглекислого газу 5–7%, кисню – до 12%;
- зі зниженим вмістом кисню (5%) і вуглекислого газу (3%);
- технологія зберігання з низьким вмістом кисню ULO (Ultra Low Oxygen) – вміст вуглекислого газу 0–1,5%, кисню – 2%.

Найпоширеніша технологія зберігання – це технологія зберігання з низьким вмістом кисню ULO (Ultra Low Oxygen). Суть технології в тому, що в камеру зберігання овочів-фруктів крім холодильного обладнання та обладнання для підтримки в камері вологості, встановлюється устаткування, що створює певне газове середовище. Тобто видаляється кисень (залишок не більше 2%) і вуглекислий газ, а також контролюється рівень етилену. Етилен викликає дозрівання овочів і фруктів, основним заповнюючим газом є азот.

Найчастіше в камерах ULO зберігають яблука і помідори. Перед їх завантаженням плоди сортують. Відбраковують м'яті, биті, гнилі тощо. Температура під час зберігання яблук встановлюється в діапазоні +1 – 4 градуси, а вологість – близько 95%. За таких умов чутливість плодів до вуглекислого газу істотно зростає. Збереженість яблук у значною мірою залежить від часу їх дозрівання і сорту.

Основні частини обладнання:

- CO_2 скруббер (зменшує вміст CO_2);
- конвертер етилену (видаляє етилен);
- генератор азоту (зменшує концентрацію кисню і збільшує концентрацію азоту);
- контролюючий комп'ютер.

Плоди завантажують відразу після збору. А вивантаження здійснюється за потреби, зазвичай взимку. Найчастіше будують ряд камер, тому що після відкриття однієї камери необхідно реалізувати увесь її вміст. Повторне завантаження не допускається.

Крім обладнання, яке контролює газове середовище, необхідно встановити холодильне обладнання та обладнання для контролю вологості (рис. 5.33).



Рис. 5.33. Холодильна установка камери з РГС

Цей тип обладнання (ULO) актуально споруджувати у безпосередній близькості від джерела врожаю (садів, полів тощо), оскільки плоди отримують більшу частину пошкоджень під час транспортування і вантажно-розвантажувальних роботах. Плоди з пошкодженнями відбраковуються.

Процес холодильного зберігання фруктів та овочів у камерах з РГС включає кілька основних етапів: підготовка камери до прийому продукції, завантаження камери та охолодження продукції, герметичне закриття камери і формування заданого газового режиму, зберігання за сталого режиму і, нарешті, розвантаження камери.

Підготовка камери до прийому фруктів і овочів (рис. 5.34). Крім виконання обов'язкового комплексу заходів з підготовки до завантаження холодильних камер зі звичайною атмосферою (профілактичний ремонт, прибирання, дезінфекція, перевірка справності і готовності холодильного обладнання, регулювання системи КВП) в камерах з РГС додатково проводять роботи з перевірки й забезпечення належної герметичності огорожувальних конструкцій і підготовки устаткування та приладів автоматики для регулювання необхідного складу газового середовища.

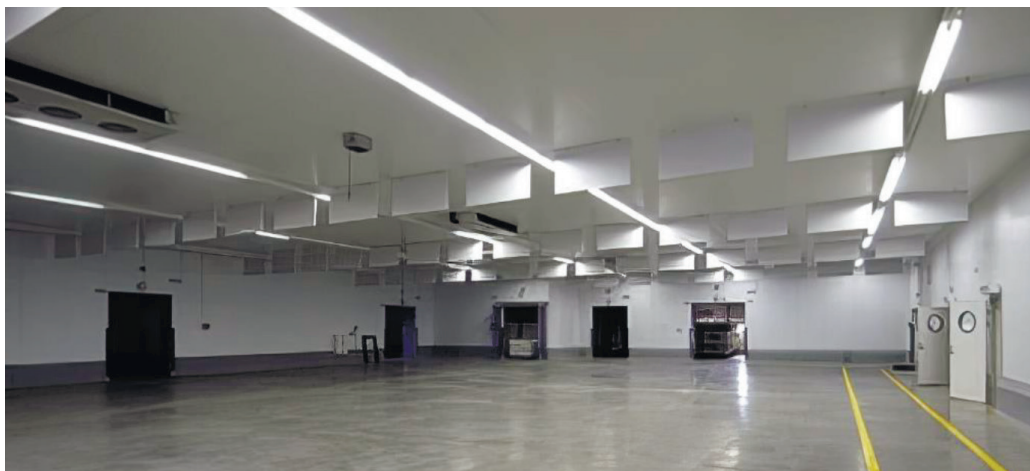


Рис. 5.34. Підготовка камери з РГС

Під час перевірки газоізоляції особливу увагу звертають на стан дверних ущільнень, герметичність введів комунікацій, гідроклапанів і гідросифонів. Останні мають бути заповнені водою і відрегульовані на готовність камери до прийому продукції, встановлюють випробуванням на герметичність. Досягнута під час випробування ступінь герметичності камер має відповідати допустимим значенням для встановленого типу обладнання та способу підтримки газового режиму. За 2–3 дні до завантаження камеру охолоджують до температури зберігання і на цьому рівні її підтримують увесь період завантаження.

Завантаження камери та охолодження продукції.

Фрукти і овочі, призначені для зберігання в умовах регульованого газового середовища, мають бути високої якості (без пошкоджень, ум'ятин, ознак захворювання і гниття), середніх розмірів і чітко визначеної оптимального ступеня зрілості, що відповідає умовам тривалого зберігання. Необхідно пам'ятати, що метод зберігання в РГС призначений не для зниження втрат під час зберігання неякісної нестандартної продукції, а для значного продовження термінів зберігання якісних плодів з мінімальними втратами і збереженням ними високих товарних якостей та їстівної цінності.

На тривале зберігання в камери з РГС закладають, як правило, фрукти і овочі, що пройшли попереднє сортування (рис 5.35). Товарну обробку продукції здійснюють перед її реалізацією з холодильника. Камеру завантажують зазвичай поступово упродовж 7–10 днів, з тим, щоб потужність, встановленого холодильного обладнання забезпечувала охолодження партії плодів, що надходять упродовж доби, без різкого порушення температурного режиму в камері для вже закладеної в ній продукції. Для камер з РГС невеликої місткості (до 50–100 т) допускається повне завантаження упродовж 2–3 діб з наступним охолодженням продукції протягом декількох днів (3–5 діб).



Рис. 5.35. Завантаження камер з РГС

Фрукти і овочі в холодильних камерах з РГС розміщують суцільним штабелем (рис. 5.36) без проїздів з дотриманням технологічних зазорів, забезпечуючи нормальне повітророзподілення: від штабеля до стін – 20–30 см, від верху штабеля до стелі не менше 60 см, до низу поверхні приладів охолодження повітряних каналів – 30 см; відстань між контейнерами та піддонами – 5–10 см.



Рис. 5.36. Розміщення продуктів у камерах з РГС

Максимальне завантаження обсягу камер з РГС крім раціонального використання холодної ємності прискорює вихід на заданий газовий режим, полегшує його регулювання і скорочує витрати на експлуатацію спеціального обладнання щодо створення та підтримання складу газових середовищ. У камерах з природним утворенням газового середовища без досить щільного завантаження об'єкта вихід на оптимальний режим може виявитися взагалі неможливим.

Рекомендується зберігати в камері з РГС однорідні за якістю партії фруктів і овочів одного помологічного сорту або декількох сортів, близьких за біологічними особливостями. Для зберігання доцільно використовувати великогабаритну тару – контейнери місткістю 250–600 кг. Встановлювати їх в камері слід обережно, щоб не порушити герметизацію огорожувальних конструкцій. За будь-яких умов необхідно прагнути виконати завантаження камер та охолодження продукції в максимально стислі терміни, щоб швидше приступити до формування необхідного газового режиму зберігання.

Герметичне закриття камери і формування заданого газового режиму.

До моменту закриття в камері з РГС має встановитися температура повітря, необхідна для зберігання. Навколо оглядового вікна дверей мають бути розташовані контрольні зразки продукції, розміщені термометри і психрометри. Герметичне закриття камери полягає в ретельному ущільненні дверей, люків, водяного зрівняльного клапана, ввідів для забору та аналізу газового середовища та інших комунікацій, сполучених із зовнішнім середовищем.

До формування газового режиму в камері слід приступити якомога швидше, тому що будь-яка затримка з створенням середовища заданого складу скорочує можливі терміни зберігання, підвищує ймовірність розвитку фізіологічних і паразитарних захворювань, у результаті чого не повною мірою використовуються можливості та переваги методу зберігання в РГС. У разі утворення газових режимів у результаті процесу дихання фрукти та овочі після охолодження і герметизації камери залишають в ізолюваному середовищі до тих пір, поки в ній не буде досягнута необхідна концентрація CO_2 . Термін цього періоду залежить від заданої концентрації CO_2 .

щільності завантаження камери, температури зберігання, виду, сорту і ступеня зрілості плодів. Як показала практика, за щільності завантаження 200 кг/м³ і температури 4°C атмосфера камери збагачується вуглекислим газом зі швидкістю не менше 1%, а при 0°C – 0,5% на добу. В іншому випадку вважається, що герметизація камери незадовільна.

Під час зберігання в нормальних газових сумішах вихід камери на оптимальний режим закінчується відразу ж по досягненні заданої концентрації CO₂. Надалі газовий режим регулюють простою вентиляцією – аерацією камери, наприклад, частковим відкриванням дверного люка або спеціальної заслінки. Водночас у камеру має надходити така кількість O₂, яке було поглинуто плодами під час дихання, а виходити – виділена ними кількість CO₂.

У разі субнормальних газових сумішей після встановлення визначеної концентрації C₂ трохи вище заданої виробляють пуск установки для відводу надлишків CO₂ (скрубруючий або дифузійний апарат) і продовжують знижувати концентрацію C₂ в камері. Ця концентрація встановлюється на заданому рівні лише через 3–4 тижнів (іноді і більше) з дня закриття камери. Тому в низці випадків для попередження фізіологічних захворювань плодів рекомендується прискорювати цей процес шляхом введення в камеру азоту.

Вводячи азот у кількості, приблизно рівному обсягу порожньої камери, можна за кілька годин знизити початкову концентрацію O₂ з 21 до 5–7%. У цьому випадку заданий, склад газового середовища в камері по CO₂ досягається значно швидше – максимум за 3–4 дні. На практиці використовують газоподібний азот з балонів або рідкий азот, що міститься в спеціальних цистернах з випарювальним пристроєм, вводячи його в камеру по падаючому трубопроводі апарату, очищення середовища від CO₂. У процесі подачі азоту контролюють тиск в камері, попереджаючи його підвищення, і слідкують за режимом температурної вологості, не допускаючи відхилення його параметрів.

Досягнуті певні концентрації CO₂ і O₂ в камері надалі підтримують, використовуючи апарат очищення та аерацію. У разі підвищення концентрації O₂ внаслідок недостатньої герметичності камери необхідно періодично витіснити його азотом.

Під час створення газового середовища в камері штучним шляхом за допомогою генераторних установок генератор працює весь період формування середовища, забезпечуючи зниження концентрації O₂ з 21% до заданого значення, апарат очищення включають за досягнення концентрації CO₂ на 0,5–1,0 вище заданого значення. Для формування найпоширенішого середовища, утримуючи 5% CO₂, 3% O₂ і 92% N₂, використовується також варіант, під час якого упродовж періоду виведення камери на режим працюють і генератор, і апарат очищення. Водночас концентрація O₂ в газовому середовищі, одержуваної в установці, не має перевищувати 0,5%, а концентрація CO₂ не повинна бути вищою заданої більш ніж на 0,5–0,6%.

Неможливість забезпечити необхідної зниженої концентрації O₂ і підвищеної CO₂ найчастіше пов'язана з поганою герметизацією камери, але може бути обумовлена також несправністю генераторної установки, неправильним регулюванням охолоджуючої системи, дефектами в клапані для вирівнювання тиску.

У процесі формування газового режиму постійно слідкують за температурою, відносною вологістю, тиском середовища та концентраціями O₂ і CO₂ в камері.

Зберігання фруктів і овочів під час сталого газового режиму.

Початковий створений необхідний склад газового середовища в камері з РГС постійно змінюється в результаті життєдіяльності фруктів і овочів. На швидкість і характер зміни його впливають інтенсивність дихання продукції, ступінь герметичності камери, щільність завантаження, частота включення і тривалість роботи охолоджуючого устаткування, кліматичні особливості району, а також точність регулювання і рівномірність підтримки температури та віднос-

ної вологості в камері. У практиці зберігання частіше всього зустрічаються два варіанти зміни складу.

У першому випадку (камера з огорожами високої щільності) спостерігається падіння концентрації O_2 і зростання концентрації CO_2 . Досягнута ступінь герметичності камери така, що надходить через нещільності огорожень кількість O_2 менше, ніж його зниження в результаті дихання продукції.

У другому випадку можуть спостерігатися зростання концентрації O_2 і невелике підвищення концентрації CO_2 . Цей випадок характерний для камери з огороженнями зі зниженою щільністю, коли кількість O_2 , проникаючого ззовні в одиницю часу, більше, ніж його поглинання плодами в результаті їх життєдіяльності.

В обох випадках за відхилення заданих концентрацій O_2 і CO_2 у межах $\pm 1\%$ режим необхідно коригувати за допомогою відповідного обладнання генератора для зниження концентрації O_2 або апарату очищення для видалення надлишків CO_2 , стабільно підтримуючи рекомендований газовий режим протягом усього періоду зберігання продукції.

У процесі зберігання необхідний постійний щодобовий контроль за параметрами газового середовища, температурою, відносною вологістю, кратністю циркуляції повітря, концентраціями O_2 і CO_2 . Необхідно також стежити за змінами, що відбуваються в плодах. Крім візуальної перевірки, яка легко здійснюється через оглядове вікно в герметичних дверях камери, рекомендується періодично оглядати плоди безпосередньо в камері. Чим довше триває зберігання, тим частіше мають бути такі огляди. Після закінчення двох третин максимального строку зберігання необхідно відвідувати камеру не менше одного разу на два тижні. Під час взяття проб на аналіз деякі плоди розрізають, щоб виявити можливі внутрішні зміни, інші – витримують за звичайної температури і вологості для виявлення ступеня їх зрілості. Своєчасне взяття проб на аналіз дозволяє стежити за змінами якості плодів і в кожному окремому випадку встановлювати подальші терміни їх зберігання.

Вивантаження фруктів і овочів з камери.

Після закінчення зберігання фруктів та овочів у камері з РГС перед вивантаженням має бути відновлена нормальна атмосфера. Розвантаження починають, коли концентрація O_2 в камері підвищиться до 18%. Для прискорення досягнення такої концентрації камеру інтенсивно вентилують, подаючи зовнішнє повітря вентилятором скрубуючої установки або повітродувкою генератора під час роботи їх на «свічку». Наступні операції з підготовки продукції до реалізації ті ж, що і за звичайних умов зберігання. Водночас термін реалізації продукції з розкритої камери не повинен перевищувати 10–15 днів, в іншому випадку – знижується якість плодів.

Перевірка камери на герметичність.

Останнім часом герметизацію сховищ значною мірою полегшує можливість використання повнозбірних типових конструкцій із сендвіч-панелей, заповнених пінополіуретаном. Ступінь герметизації камери залежить від типу газової суміші й способу її створення. Чим більше відрізняється склад газового середовища камери від повітря, тим більшим має бути ступінь герметизації. У той же час, за зовнішньої генерації газового середовища, ступінь герметизації може бути меншим, ніж під час внутрішньої.

У деяких випадках практикують також випробування камери під невеликим вакуумом (39,2–49,1 Па). Так, наприклад, герметизація вважається достатньою (для камери з дифузором), якщо депресія у 39 Па через годину буде нижча на 0,1 Па. Тиск у камері вимірюють диференціальним манометром похилого або U-подібного типу. Випробування проводять у

незавантаженій, ретельно закритій камері, під час непрацюючої установки й вимкнених вентиляторів. Під час випробувань температура повітря в камері має бути постійною і дорівнювати температурі зовнішнього повітря. У камеру компресором нагнітають повітря, підвищуючи атмосферний тиск, наприклад, до 245,25–294,3 Па, після чого фіксують падіння тиску за годину – швидкість падіння тиску визначає ступінь герметизації камери.

Для перевірки камери на герметичність (за системою УНК) існує інший спосіб. Після герметизації камери в ній створюється тиск орієнтовно 15 мм вод. ст. (147 Па), що через годину контролюється за допомогою мікроманометра. Якщо тиск у камері знизився менше, ніж наполовину, то така камера придатна для зберігання плодів за системою УНК. Щоб цю процедуру контролю проводити щосезонно, зручно в кожній камері мати свій мікроманометр.

Основні проблеми та збитки під час зберігання плодів за системою УНК з'являються внаслідок неконтрольованої впевненості у герметичності камери до завантаження її плодами, а перевірити завантажену камеру набагато складніше, ніж порожню. Часто «протікання» камери виявляється тільки тоді, коли не досягається бажана концентрація кисню, і за концентрації 3% не відбувається її подальше зниження. Щоб вирішити цю проблему й протестувати камеру, потрібна невелика кількість азоту (N_2). Якщо протікання виявлене із зовнішньої сторони камери, то це можна усунути просто – за допомогою додаткової ізоляції. У іншому випадку для підтримки оптимального режиму буде необхідна постійна дозаправка азотом.



Питання для самоконтролю

1. Дайте характеристику біохімічним процесам зберігання в регульовальному середовищі.
2. Механізм дії концентрації газового середовища на процес дихання плодів овочів.
3. Вплив температури зберігання на інтенсивність дихання плодів в оптимальному температурному діапазоні.
4. Наведіть приклади використання газових сумішей різної концентрації.
5. Алгоритм створення і підтримки газових режимів.
6. Принцип природного створення газового середовища.
7. Принцип штучного створення газового середовища.
8. Призначення та характеристика скрубера.
9. Призначення та характеристика дифузора.
10. Основні особливості камер РГС та формування заданого газового режиму.

6. ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА ПІДПРИЄМСТВ ТОРГІВЛІ ТА ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ



6.1. Збірні холодильні камери

6.2. Холодильні шафи

6.3. Холодильні вітрини

6.3.1. Холодильні прилавки та прилавки-вітрини

6.3.2. Бонети (ванни або гондоли)

6.3.3. Гірки

6.3.4. Морозильні скрині

6.4. Льодогенератори, фризери, охолоджувач напоїв

6.4.1. Льодогенератори лускоподібного льоду

6.4.2. Льодогенератори кубикового льоду

6.4.3. Льодогенератори стаканчикowego льоду

6.4.4. Основи розрахунку льодогенераторів

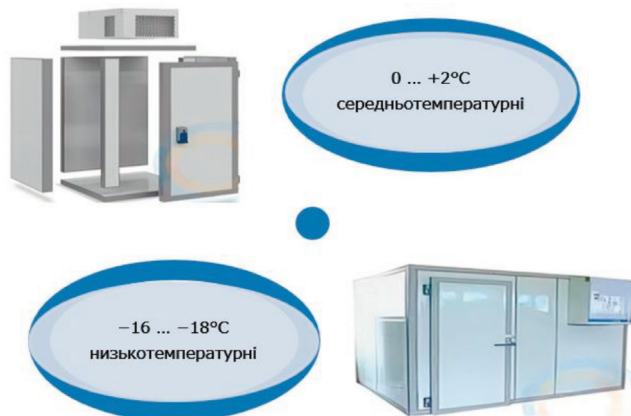
6.4.5. Фризери

6.4.6. Охолоджувачі напоїв

6.5. Холодильні агрегати торгово-побутового обладнання

6.1. Збірні холодильні камери

Збірні холодильні камери призначені для короткотермінового зберігання охолоджених і заморожених продуктів на невеликих підприємствах торгівлі і громадського харчування, а також для охолодження і зберігання сировини, напівфабрикатів і готових холодних страв в окремих цехах великих підприємств громадського харчування.



Збірні холодильні камери випускають у двох варіантах:

- середньотемпературні для зберігання охолоджених продуктів за $0 - +2^{\circ}\text{C}$;
- низькотемпературні для зберігання заморожених продуктів за $-16 - -18^{\circ}\text{C}$.

Ці камери, що встановлюються в підсобних приміщеннях підприємств торгівлі і громадського харчування або в виробничих цехах, збирають на місці із окремих уніфікованих щитів заводського виготовлення.

Рис. 6.1. Холодильні камери: середньотемпературні та низькотемпературні

Збірні камери складаються із окремих щитів, обшитих з двох боків металевими листами, між якими знаходиться теплоізоляція (пінопласт або пінополіуритан). В охолоджуючому обсязі камер на бічних стінках установлені полиці для продуктів. До стелі камер або до спеціальних шланг кріпляться гаки для півтуш м'яса. Двері камери мають замок і ручку.



Рис. 6.2. Збірна холодильна камера

Ущільнювач дверей має щільно прилягати до дверного прорізу за всім його контуром, що зменшує теплові припливи.

Збірні холодильні камери, ціна яких залежить від технічних параметрів, виготовляються з панелей товщиною 80 та 100 мм. Для середньотемпературних камер зазвичай використовується товщина 80 мм, для низькотемпературних – 100 мм.



Також є різні варіанти виконання панелей:

- панелі, обшиті сталюм оцинкованим листом з полімерним покриттям;
- з нержавіючої сталі – використовують у камерах, де зберігають м'ясо або рибу. Ці панелі, стійкі до агресивного середовища;
- панелі зі склом.

З'єднання панелей «Шип-паз» – гарантія герметичності, максимальної термоізоляції та простоти з'єднання деталей між собою.

Основні елементи корпусу холодильної камери: дверний блок, стінові й стельові панелі, підлогові панелі, кутові елементи.



Рис. 6.3. Дверний блок

Дверний блок – єдиний виріб, що включає в себе дверну коробку з елементами кріплення до корпусу камери, дверне полотно з навішеннями, пристрій підігріву дверного прорізу (для дверей морозильних камер).

Стандартні розміри дверного прорізу – 760, 1000 і 1200 мм. Особливий інтерес представляють ковзні двері. У конструкції елементів ковзних дверей використані всі кращі технічні рішення, наявні на сьогодні, що забезпечує працездатність дверей протягом усього терміну служби камери.

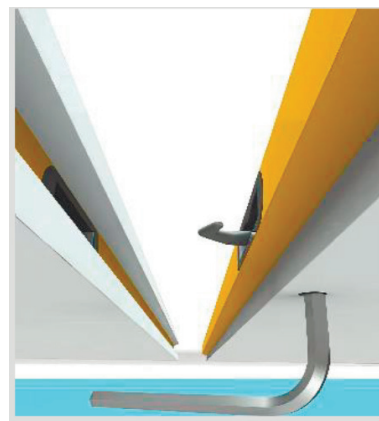


Рис. 6.4. Стінові і стельові панелі

Стінові й стельові панелі – це щити у вигляді тришарового «сэндвіча» з теплоізоляцією. Зовнішнє й внутрішнє покриття виконані із пластику. Розміри панелей із кроком 0,4 м дозволяють вписати корпус у будь-який замкнений обсяг.

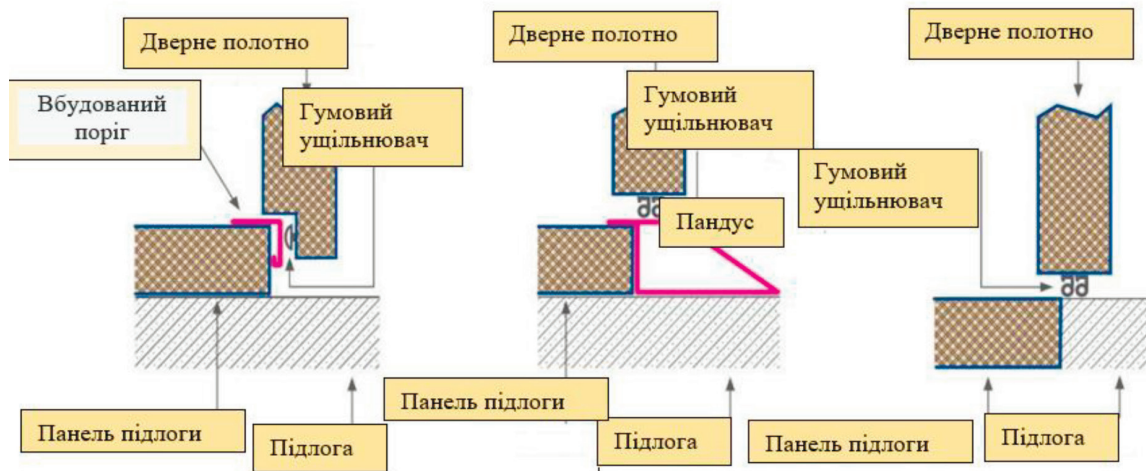


Рис. 6.5. Підлога для збірних холодильних камер

Можливі варіанти виконання підлоги камери залежно від навантаження і умов експлуатації (рис. 6.6).

Базовий варіант	Варіант 2	Варіант 3
Панель з внутрішньою обшивкою із оцинкованої сталі 1 мм	Панель з внутрішньою обшивкою із оцинкованої сталі 0,5 мм + вологостійка фанера товщиною 9 мм з протиковзним покриттям	Панель з внутрішньою обшивкою із оцинкованої сталі 0,5 мм + вологостійка фанера товщиною 9 мм + рифлений алюміній товщиною 2 мм

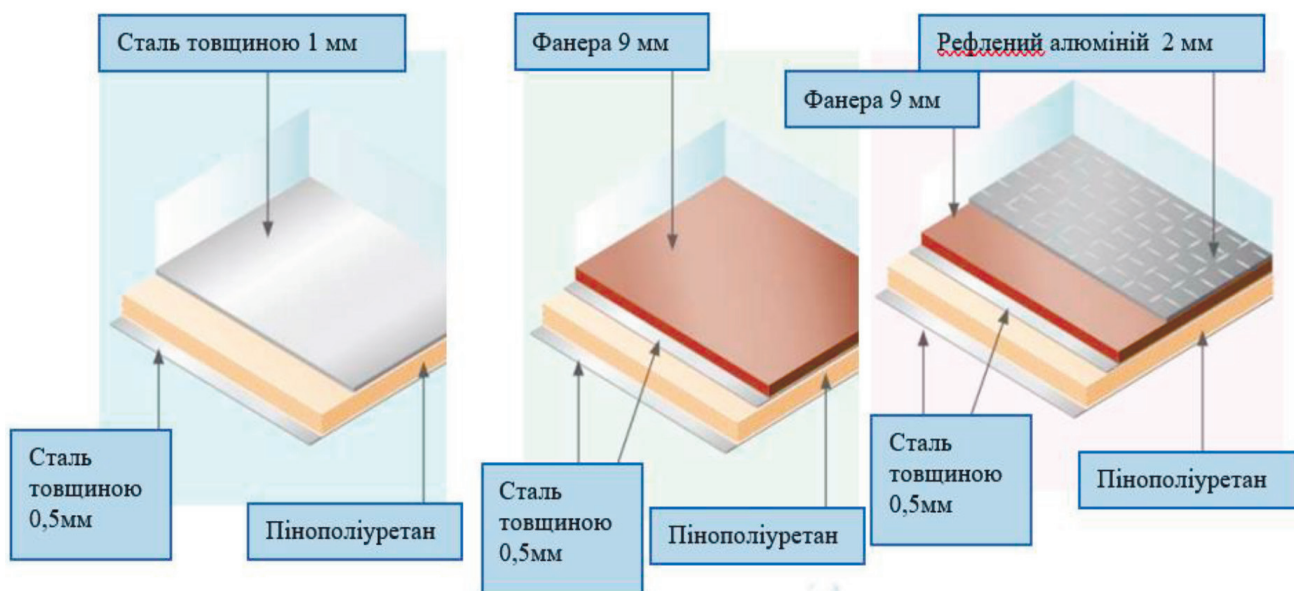


Рис. 6.6. Варіанти виконання підлоги камери

Підлогові панелі аналогічні за своєю конструкцією стіновим. Вони захищені із двох сторін металом і витримують навантаження до 100 кг/см.

Низькотемпературні камери завжди поставляють з панелями підлоги, які можна втопити в наявний рівень підлоги приміщення або забезпечити пандусом, щоб можна було користуватися вантажопідійомними візками.

Кутові елементи призначені для з'єднання між собою елементів конструкції – підлогових і стінових панелей. Холодильні камери можна встановлювати як на відкритих майданчиках, так і всередині приміщення.

Лицьовальний матеріал – алюміній, сталь із гальванічним покриттям, оцинкована сталь. Панелі корозійностійкі. Двері одно- і двостулкові, ковзні. Усередині камери є кнопка екстреного відкривання дверей. Підлога всередині камери має антиковзне покриття.

Усі панелі мають теплоізоляційний поліуретановий наповнювач, зроблений із матеріалів, що не містять хлорорганічних компонентів. Є рейки з гаками для м'яса, скляні двері й вікна. Панелі можна легко й швидко зібрати з окремих універсальних модулів. Холодопродуктивність холодильних машин від 0,9 до 240 кВт. Вентилятори повітроохолоджувачів низькошумні, одно- і двошвидкісні.

Збірні холодильні камери товщиною 80 мм

Збірні низько- і середньотемпературні холодильні камери з товщиною ізоляції 80 мм призначені для зберігання продуктів за температури від 0 – +7°C до -18°C (рис. 6.7).



Рис. 6.7. Загальний вигляд збірних камер

Збірні середньо- і низькотемпературні холодильні камери обсягом від 4,8 м³ і висотою від 2,2 м збираються з готових замкових панелей за профілем «шип-паз» із кріпленням стяжними замками, вмонтованими в ізоляцію. Холодильні камери мають модульну конструкцію збірних холодильних камер. Це дозволяє змінювати обсяг і форму, що має холодильна камера, додаючи стандартні панелі кроком 562 і 1125 мм. Кути, які має кожна збірна середньо- і низькотемпературна холодильна камера, утворюються панелями шириною 1180 мм.

Конструкція панелей дозволяє збирати холодильні камери без додаткових кріпильних і елементів, що обрамляють, виключає ділянки з відкритою піною. Під час складання в стики панелей із двох сторін прокладається герметик ущільнювач, що не твердіє, панелі стягуються замками, отвори для ключів закриваються пластмасовими заглушками.

Замкові сендвіч-панелі, використовувані для виготовлення підлог збірних холодильних камер, мають незабарвлене оцинковане внутрішнє покриття, товщиною 1,2 мм (підлога). Товщина внутрішнього покриття стельових сендвіч-панелей дорівнює 0,55 мм.

Наявність тільки 3-х видів уніфікованих стінових панелей і 5-ти підлогових (стельових) дозволяє комплектувати й збирати будь-які низько- і середньотемпературні холодильні камери стандартного ряду.

Ізоляція холодильних камер

Пінополіуретан, щільність не менше 45 кг/м; коефіцієнт теплопровідності – 0,018–0,025 Вт/м К; товщина панелі 80 мм.

Поверхня холодильних камер

Зовні й всередині пофарбована оцинкована сталь товщиною 0,55–0,8 мм, покрита захисною плівкою, що видаляється після монтажу.

Стики холодильних камер

Стики елементів виконані без металевих з'єднань, що запобігає утворенню «містків холоду», на бічних поверхнях елементів спеціальний профіль «шип» або «паз». Після складання холодильної камери внутрішні стики стін з підлогою, стелею та кути обробляються силіконовим герметиком.

З'єднання холодильних камер

Всі елементи з'єднуються за допомогою вбудованих ексцентрикових крючкових замків, виконаних з металу. Середньо- і низькотемпературні холодильні камери мають підлогу з оцинкованої сталі товщиною 1,2 мм; припустимий тиск – 20 кН/м².

Двері холодильної камери

Збірні середньо- й низькотемпературні холодильні камери комплектуються розстібними (з фальцами) дверима, виготовленими з використанням фурнітури. Розташування петель на розстібних дверях холодильної камери – ліве або праве. Запірний пристрій оснащений убудованою системою аварійного виходу.

Низько- й середньотемпературні збірні холодильні камери комплектуються теном обігріву периметра дверей й двокамерним ущільнювачем.



Збірні холодильні камери



Монтаж збірної холодильної камери



Порядок складання:

1. Панелі підлоги вкладаються на попередньо вивірену за рівнем горизонтальну поверхню, відхилення від площини не перевищує 5 мм на довжині панелей 6 м.
2. Панелі підлоги збірної холодильної камери з'єднують і стягують між собою за допомогою замків.
3. На зібрану підлогу встановлюють стінові панелі, починаючи від кута збірної холодильної камери, панель дверного блока, стягують їхніми замками між собою й пристиковують до підлоги.
4. Зібрані стіни холодильної камери накриваються панелями стелі й також стягуються замками до стінових панелей і між собою.
5. Після закінчення складання холодильної камери стики панелей обробляють силіконовим герметиком.



Рис. 6.8. Монтаж збірної холодильної камери

6.2. Холодильні шафи

Найважливішим видом торговельного холодильного обладнання є *холодильні шафи*, призначені для зберігання, демонстрації й продажу швидкопсувних товарів.



Холодильна шафа

Так само, як і всі інші види обладнання, вони мають чотири види режиму зберігання:

- плюсовий;
- середньотемпературний (від 0°C до 8°C);
- низькотемпературний (від -12°C до -22°C).
- універсальні (-5°C до $+5^{\circ}\text{C}$) – експлуатуються для вирішення більш широкого комплексу завдань, зокрема звичайне охолодження або тривале зберігання продукції.

Залежно від цього вони можуть призначатися для зберігання напоїв, охолоджених і заморожених продуктів.



Рис. 6.9. Холодильні шафи за видами режиму зберігання



Класифікація холодильних шаф

За місцем застосування:

- у зоні доступності покупців (торговельний зал, бар-кафе);
- у зоні зберігання запасу товарів (підсобні й складські приміщення, робоче місце продавця).

За способом охолодження:

- з природною циркуляцією охолодженого повітря;
- з примусовою циркуляцією охолодженого повітря (для вирівнювання температури за всім об'ємом шафи застосовують вентилятор. Розкид температури в цьому випадку знижується до 1–2°C).

За кількістю полиць і відстані між ними

За наявністю підсвічування

За місцем розташування компресорно-конденсаторного агрегату:

- з верхнім агрегатом;
- з нижнім агрегатом.

За видом дверей:

- з глухими (непрозорими) металевими дверима (зручні для застосування поза зоною бачення покупців);
- шафи-вітрини, які дозволяють здійснювати не тільки зберігання, але й демонстрацію товарів.

За конструктивними особливостями дверей:

- розстібні;
- розсувні;
- ковзні скляні, які самі закриваються.

За місцем установки холодильного агрегату:

- з убудованим агрегатом;
- з окремо встановленим агрегатом.

За кількістю камер:

- однокамерні;
- дво- і більше камерні.

Під час характеристики окремих модифікацій шаф головними ознаками є їхній **корисний обсяг, температурний режим, матеріал і конструкція дверей, кількість полиць і наявність підсвічування й вентиляторів в охолоджуваному обсязі**.

Більшість пропонувані закордонних виробників шаф із убудованими холодильними агрегатами мають обсяг 160–1400 л.

На світовому ринку в основному пропонуються два види охолоджуваних шаф: середньо- і низькотемпературні. І ті, й інші шафи представлені модифікаціями із глухими й скляними дверима, причому в комбінованих моделях (тільки вітчизняного виробництва) обсяги середньотемпературної й низькотемпературної секцій однакові. Ці шафи мають двоє або четверо дверцят.

Пропоновані моделі можуть бути із глухими металевими й скляними дверима. Шафи із глухими металевими дверима використовують звичайно поза зоною бачення покупців. Прозорі двері в охолоджуваних шафах потребують установлення герметичних склопакетів, які

складаються із двох або навіть трьох шарів скла з вакуум-прошарком, окантованих спеціальними герметичними профілями.

Від ступеня герметизації з'єднаного у пакет скла та щільності прилягання дверей до корпусу шафи залежить запотівання скла під час експлуатації. Це явище заважає огляду продуктів, які демонструються, і, отже, знижує ефективність збуту. Запотівання свідчить про неякісне виготовлення склопакета або про ушкодження дверей під час транспортування й монтажу.

Як правило, оглядове скло використовується тільки в конструкції самих дверей. Але є моделі шаф із прозорою задньою стінкою (у цьому випадку шафу можна використовувати в першому ряду торговельного обладнання в магазині), а також із прозорими бічними стінками (що дає можливість кругового огляду продуктів, які зберігаються й демонструються – острівний варіант).

На ринку з'явилися шафи з опуклими скляними дверима, що збільшує охолоджуваний об'єм, які відрізняються оригінальним дизайном. Природно, ці моделі дорожчі своїх аналогів, що мають такі ж температурні й габаритні характеристики.

За конструкцією двері можуть бути розстібними й розсувними. Розстібні двері для шаф обсягом до 500 л можуть бути пристосовані для порівняно простого перенавіщування, що дозволяє відкривати їх уліво або вправо. Це створює додаткові зручності для продавців у процесі роботи, тому що робить можливим найприйнятніше розміщення торговельних меблів у залі й спрощує доступ до товарів.

Розстібний варіант дешевше розсувного, але не завжди зручний у експлуатації в умовах невеликих торговельних площ і вузьких проходів. Тому для економії місця деякі фірми змушені йти на додаткові витрати й використовувати шафи з розсувними дверима. Найдосконаліші конструкції шаф мають спеціальне пристосування для самозакривання розсувних стулок.

У більшості шаф випарник розташований під стелею. Холодне повітря, маючи велику щільність, опускається до нижньої полиці шафи, охолоджуючи на своєму шляху продукти, що зберігаються. За такої природної циркуляції повітря в окремих моделях шаф перепад температур за висотою може доходити до декількох градусів. У маркуванні цих моделей шаф іноді використовуються букви St, що означає «природне охолодження».

Для вирівнювання температур за всім об'ємом шафи застосовують примусову циркуляцію повітря за допомогою вентилятора. Розкид температур у цьому випадку знижується до 1–2°C. Ефективність використання того або іншого виду циркуляції повітря залежить від продуктів, що зберігаються там. Для продуктів у герметичному пакуванні доцільніше використовувати шафи з маркуванням V у назві, що означає «примусова вентиляція».

Корпус шафи цілісний металевий, теплоізоляція – твердий пінополіуретан, що забезпечує мінімальні втрати холоду. Шафа працює від електричної мережі 220 В.



Шафи призначені для зберігання охолоджених або заморожених харчових продуктів за температури навколишнього повітря від 12 до 40 °С.



Їх складові:

холодильний агрегат – герметична система – розташований у верхній частині шафи, що полегшує доступ до нього для перевірки й обслуговування;

повітроохолоджувач – випарник із вентилятором розташований у внутрішньому обсязі шафи;

вентилятор забезпечує максимальну віддачу роботи холодильного агрегату й оптимальний розподіл холодного повітря за внутрішнім обсягом. Різниця температур угорі та внизу в шафі не більше 1°С;

відтавання шару інею з поверхні випарника відбувається автоматично. Конденсат зливається у ванну, і його випарювання відбувається за рахунок тепла, що виділяється компресором;

двері – конструкція дозволяє їх навішувати із відкриванням вправо або вліво, як зручно покупцеві. У конструкції петель є пружина, що закриває відкриті двері. Шафа має механічний замок.

Герметичність внутрішнього обсягу досягається за допомогою еластичного ущільнювача з магнітною вставкою. Низькотемпературні холодильні шафи оснащені пристроєм електрообігрівання дверей й компенсаційним клапаном тиску повітря.

Для зручності експлуатації на передній панелі шафи є електронна панель керування із цифровим дисплеєм, що забезпечує автоматичне керування роботою агрегату в заданому режимі. Відтавання шару інею з поверхні випарника відбувається автоматично. Конденсат зливається у ванну, і його випарювання відбувається за рахунок тепла, що виділяється компресором. Для розміщення продуктів усередині шафи передбачені полиці.

Компресор і прилади автоматики, що регулюють роботу холодильних шаф і моноблоків, виготовляються провідними європейськими фірмами. Випускаються середньо- і низькотемпературні холодильні шафи з внутрішнім обсягом 500, 700, 1000 і 1400 л із глухими й скляними дверима.

Рівномірності охолодження за всім обсягом шафи можна також досягти, застосовуючи особливу конструкцію полиць, ребрами жорсткості яких є трубки випарника. Недоліки цієї конструкції – твердість кріплення полиць і неможливість зміни відстані між ними.

Більшість конструкцій шаф мають певну кількість полиць. Відстань між ними, як правило, можна регулювати в певних для кожної моделі межах. Деякі фірми надають можливість додаткової комплектації полиць.

Підсвічування, як правило, використовується в шафах-вітринах і розташовуються або горизонтально під стелею шафи, або вертикально з однієї або двох сторін. В останньому випадку товар освітлюється рівномірно за всією площиною викладення. Як світильники використовують люмінесцентні лампи або гнучкі ниткоподібні світлові елементи.

Розташування компресорно-конденсаторного агрегату може бути верхнє й нижнє. Не впливаючи на температурний режим, місце розташування агрегату визначає зручність обслуговування й ремонту, а також деякою мірою довговічність і надійність.

Монтажні й ремонтні організації віддають перевагу верхньому розташуванню агрегату, тому що при цьому легший доступ до нього під час технічного обслуговування й ремонту. Крім того, у цьому випадку машинне відділення менше забивається брудом і пилом, що піднімається з підлоги магазину.

Сполучення зазначеного і визначає те різноманіття модифікацій, яким характеризується ринок охолоджуваних шаф. На українському ринку, крім вітчизняних виробників, домінують фірми Польщі, Данії, Фінляндії, Італії. Обсяг продажів їхніх моделей становить 50% загального обороту холодильних шаф. Розглянемо детальніше деякі конструкції найбільш застосовуваних холодильних шаф у вітчизняних торговельних мережах.

Середньотемпературна холодильна шафа з глухими розпашними дверима. Шафа холодильна Inter-800T M.

Шафи холодильні торговельні Inter T Ш, призначені для охолодження, зберігання, демонстрації та продажу охолоджених упакованих продуктів харчування та напоїв.

За конструктивним виконанням шафи відносяться до закритого устаткування з вбудованим холодильним агрегатом і можуть виготовлятися зі скляними або металевими дверима, з рекламною панеллю або без неї.

Шафи Inter-600T, Inter-800T можуть виготовлятися з двома розпашними або розсувними (типу «купе») дверима. Найменування холодоагента, споживча потужність, напруга та струм подані на табличці шафи, що розміщена на внутрішній бічній стороні шафи.



Рис. 6.10. Холодильна шафа Inter-800T

Шафа холодильна Inter-800T M – відноситься до середньотемпературних холодильних шаф, з діапазоном температури всередині шафи $0 - +7^{\circ}\text{C}$. Є двоє розпашних дверей. Внутрішній та зовнішній корпус, виготовлений із оцинкованої пофарбованої сталі. Внутрішня камера має знімні полиці, встановлені на кронштейни. Кронштейни з полицями мають можливість перестановки за висотою з кроком 13 мм. Самі полиці виконані із сталі з епоксіполіефірним (висока стійкість до пожовтіння) покриттям. Під час відкриття дверей, а також упродовж циклу відтавання температура у внутрішньому обсязі шафи може підвищуватися, що не є дефектом. Шафа забезпечена чотирма роликами для полегшення переміщення приладу по підлозі та чотирма регулюваль-

ними опорами для правильної установки приладу, що забезпечує його безшумну роботу. Двері мають механізм, що автоматично повертає двері у вихідне положення. У нижній частині на декоративній панелі розташований виносний блок управління та індикації, який включає автомат аварійного вимикання шафи і контролер, що дозволяє налаштовувати режими роботи приладу та відображає на індикаторній панелі температуру в холодильній камері. На табло контролера відображається поточна температура, яка підтримується в холодильній шафі, індикатор роботи холодильного агрегату або індикатор режиму відтаювання. Випарник – трубно-листовий, що обдувається вентилятором. Займана площа підлоги шафою – 0,753 кв. Рівень звукової потужності не перевищує 69 дБА.

Середньотемпературна холодильна шафа зі скляними дверима

Корпус із листової гальванізованої сталі товщиною 0,5 мм, погрунтованої з обох сторін і пофарбованої з однієї, гарантовано забезпечує зносостійкість та його антикорозійний захист. Передова технологія з використанням спеціальних згинів забезпечує збереження геометрії корпусу упродовж всього терміну використання шафи. Теплоізоляція шафи (з екологічно чистого, без фтор-хлорвмістких елементів, циклопентана) забезпечує жорсткість та довговічність шафи. Теплоізований пакет сприяє зменшенню витрат електроенергії та покращує експлуатаційні властивості шафи. Магнітний ущільнювач RENAУ, забезпечує повне ущільнення дверей і перешкоджає втраті холодного повітря із корисного об'єму.

Блок керування з термостатом для встановлення і стабілізації необхідної температури продукту в камері. Випаровувач забезпечує рівномірне розподілення температури всередині шафи і виключає запотівання скла дверей. Конструкція дверей забезпечує їх автоматичне плавне закривання (автоматичний доводчик дверей), є можливість перевішування для зміни сторони відкривання, 4-ри регульованих за висотою полиці покриті білою полімерною фарбою. Ролики регульовані за висотою опорами для правильного встановлення та експлуатації.



Рис. 6.11. Шафи холодильні зі скляними дверима-купе

Низькотемпературна холодильна шафа



Рис. 6.12. Шафа низькотемпературна
(-13 – -10°C)



Рис. 6.13. Шафа низькотемпературна
(зі склом) ЮКА (-12 – -22°C)

Шафа морозильна ЮКА – надійна в холодопостачанні і проста в експлуатації, з низьким рівнем споживання електроенергії – укомплектована і вироблена з використання якісних європейських матеріалів. Призначена для зберігання і реалізації попередньо охолоджених продуктів за низьких, стабільних температур. Містка, зручна і проста в експлуатації. Ідеально підходить для продуктових магазинів різних форматів, кафе, барів, підприємств громадського харчування. Часто використовується в торгових залах, де на невеликій площі необхідно розмістити велику кількість продукції. Особливістю цієї шафи є двері – двокамерний склопакет в алюмінієвому профілі з функцією підігріву дверної рамки для запобігання примерзання ущільнювача до корпусу шафи і запобігання запотівання.

6.3. Холодильні вітрини

Холодильні вітрини застосовують для демонстрації, зберігання й продажу товарів за одним із трьох прийнятих температурних режимів. Вітрини холодильні, установлені на робочому місці продавця, виконують роль обладнання для демонстрації й зберігання товарів.

Якщо холодильні вітрини встановлені в торговельному залі магазину самообслуговування, то вони використовуються не тільки для зберігання й демонстрації товарів, тому вони мають бути відкритими й забезпечувати покупцям доступ до товарів для самостійного їхнього вибору.

	Класифікація холодильних вітрин
За конструктивним виконанням розрізняють такі види вітрин:	
• закриті, установлені на робочому місці продавця; • відкриті, що окремо стоять у торговельному залі; • відкриті, які монтуються в лінії викладення, демонстрації й продажу товарів.	
За кількістю ярусів для викладення товарів:	
• одноярусні; • багатоярусні.	
За способом установлення:	
• острівні (доступ із усіх боків); • пристінні (доступ із однієї сторони).	
За способом охолодження:	
• з природною циркуляцією охолодженого повітря, • з примусовою циркуляцією охолодженого повітря.	
За розміром:	
• вузькі (88–94 см); • широкі (близько 120 см – з великою експозиційною поверхнею).	
За місцем розташування холодильного агрегату:	
• з убудованим холодильним агрегатом; • з холодильним агрегатом, який монтується окремо; • з підключенням до централізованої системи холодопостачання.	

Окремі конструктивні особливості будови теплоізоляційних стінок вітрини, внутрішньої й зовнішньої обробки доцільно розглядати на конкретних типах обладнання.

Найпопулярніші з усіх видів холодильного обладнання в Україні вітрини. Вони є, мабуть, єдиним видом обладнання, що забезпечує одночасно й короточасне зберігання, й демонстрацію товару. Частка холодильних вітрин у настановній площі торговельних залів становить 70–80%. Відповідно на цей вид обладнання, особливо на вітрини зі середньотемпературним режимом зберігання, доводиться й левова частка обсягів продажів (90%).

В Україні поки домінує торгівля через прилавок, за якої вітрини одночасно розділяють і зв'язують покупця й продавця. Мета покупця – вибрати потрібний йому продукт, завдання продавця – показати побільше товарів і краще їх зберегти до моменту продажу.

Виходячи із цих критеріїв, заводи-виробники розробляють і випускають велику кількість різноманітних холодильних вітрин, що розрізняються площею викладення й температурою в охолоджуваному об'ємі.

Перший параметр залежить від довжини вітрини, її ширини, наявності додаткових полиць. Відповідно до другого параметра вітрини поділяються на середньотемпературні й низькотемпературні. Всі інші параметри, що вказуються іноді в прайс-листах фірм-продавців, більше відносяться до зовнішнього оформлення (дизайну) торговельної марки.

Наприклад, стільниця (полиця продавця) у більш дешевих моделях виготовлена з ламінату, у дорогих – граніту або мармуру; вітринне скло може бути пряме або гнуче, для внутрішньої обробки використовується покритий емаллю металевий лист або нержавіюча сталь. Застосовується підсвічування передньої частини вітрини, по-різному може бути вирішено опорядження вітрин, включаючи форми й колірні рішення боковин і профілю для кріплення стекол.

У виробництві торговельного холодильного обладнання в Європі домінують Німеччина й Італія. Відносно дороге німецьке обладнання якісне й надійне (наприклад, вироби фірми Linde), але його дизайн трохи консервативний.

Визнаними лідерами в дизайні холодильного обладнання є італійські фірми. Елітні й суперелітні моделі в дизайні модерн випускають фірми SIFA, TASSELI та ін.

До престижного також можна віднести фінське обладнання NORPE, французьке BONNET NEVE, іспанське KOXKA. Природно, що це обладнання доступне не всім вітчизняним торговельним фірмам. До обладнання масового попиту, внаслідок доступності за ціною відноситься широко розповсюджена в Україні продукція італійської фірми ARNEG. Ширина цих вітрин від 97 до 120 см. Використовується як гнуче, так і пряме скло. Охолодження внутрішнього обсягу відбувається в стаціонарному й примусовому режимі з використанням вентилятора.

Польське обладнання представлене вітринами торговельних марок AZON, IGLOO, YUKA, COLD, MAWI. Ці моделі практично повністю перекривають розмірний ряд за довжиною: від 1 до 3 м із кроком 0,1 м.

Випускаються вони в таких модифікаціях: із прямим і гнучим склом, з ламінатною і мармуровою стільницею, вузькі (88–94 см) і широкі (120 см).

Ці моделі, як правило, функціонують за принципом природної циркуляції охолодженого повітря. Шар холоду (повітряний потік) у таких вітринах знаходиться на рівні випарника або трохи нижче, тобто вище на 10–20 см від поверхні лотків для викладення продуктів.

Вище класом за окремими параметрами, а також за технологією виробництва вітрини марок BYFUCH, JBG. Це серійне обладнання, що виготовляється на польських заводах. У холодильній схемі використовують компресори фірм Electrolux, Aspera. Найпоширеніші розмірні ряди вітрин – 1,2; 1,5; 1,7 і 2,0 м. У цьому класі вітрин в основному використовується гнуче скло.



Рис. 6.14. Вітрина кондитерська «ЮКА» (cube)

Вітрина кондитерська ЮКА (cube) – надійна в холодопостачанні і проста в експлуатації, з низьким рівнем споживання електроенергії, поєднала в собі вишуканий дизайн та високу якість. Ідеально підходить для кав'ярень, супермаркетів, ресторанів та закладів харчування для демонстрації та реалізації різних солодошів, випічки, тортів, десертів, тістечок тощо. Особливістю такої вітрини є випаровувач зі збільшеною робочою поверхнею, що забезпечує оптимальні умови для довгострокового зберігання свіжості кондитерських виробів.

Вітрина оснащена 4-ма охолоджувальними скляними полицками, які забезпечують велику демонстраційну площу, а в поєднанні з яскравою внутрішньою підсвіткою привертає увагу покупців до вітрини та продукції, що в ній представлена. В стандартній комплектації вітрина оснащена функцією автоматичного відтавання, розсувними дверцятами (склопакетами), регульованими ніжками.

ШХСДп(Д) – «АРКАНЗАС» R (з полицками, які обертаються)

Вітрина холодильна кондитерська, призначена для демонстрації і продажу кондитерських виробів: тортів, тістечок, десертів. Панорамне скління і система обертових скляних полиць у комплексі з верхнім підсвічуванням забезпечують ідеальну презентацію товару.



Додаткова комплектація:

- 5 дротяних полиць з можливістю регулювання висоти;
- установка коліс замість регульованих ніжок;
- кольорове виконання стандартних і додаткових кольорів RAL;
- виконання зовнішніх облицювань із нержавіючої сталі.



Рис. 6.15. Вітрина холодильна кондитерська



Стандартна комплектація:

- 5 обертюваних скляних полиць діаметром 575 мм з функцією автоматичного відключення обертання під час відкриття дверей;
- панорамне скління – склопакет;
- електронний пульт управління з функцією автоматичного розморожування випаровувача за температурою;
- температурний режим: $+2 - +7^{\circ}\text{C}$;
- динамічне охолодження;
- кольорове виконання – бронза RAL 1036;
- виконання демонстраційної частини з нержавіючої сталі.

Вітрина «ВІРДЖИНІЯ self» середньотемпературна острівна

Холодильна вітрина острівного типу «Вірджинія self», призначена для проведення імпульсних продаж і промо-акцій у працюючих торговельних залах.

Великий демонстраційний простір, низьке скління та огляд 360° створюють підвищений купівельний інтерес. Високу гнучкість експлуатації і розміщення забезпечують вбудований агрегат, поворотні колеса і система автоматичного видалення конденсату. Боковини з протиударного ABS пластику передбачають можливість брендування.



Додаткова комплектація:

- деталі демонстраційної частини – нержавіюча сталь;
- дільник демонстраційної частини – прозорий акрил;
- встановлення вітрин у лінію;
- бампер захисний по периметру вітрини – нержавіюча сталь (труба кругла в один ряд).

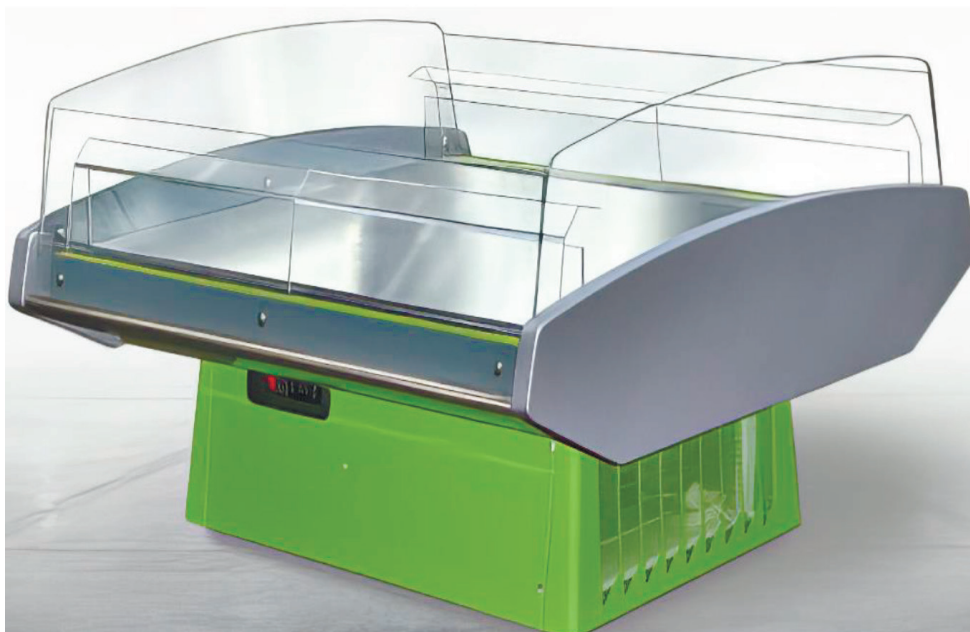


Рис. 6.16. Вітрина «VIP ДЖИНІЯ self»



Стандартна комплектація:

- модуль із вбудованим агрегатом, боковинами, на колесах;
- система динамічного охолодження;
- температурний режим: $+0 - +8^{\circ}\text{C}$;
- загартоване скло типу «self»;
- скління модуля – загартоване скло і прозорий акрил;
- поворотні колеса;
- деталі демонстраційної частини – оцинкована сталь з полімерним покриттям (колір за каталогом RAL);
 - зовнішні панелі корпусу і тумби – оцинкована сталь з полімерним покриттям (колір за каталогом RAL);
 - бокова панель: – загартоване скло, – сендвіч панель: зовнішня і внутрішня сторона – пластик;
 - електричний випаровувач конденсату.

6.3.1. Холодильні прилавки та прилавки-вітрини



Холодильні прилавки

Холодильні прилавки використовують для короточасного зберігання, демонстрації й продажу розфасованих і впакованих охолоджених і заморожених продуктів перед їхнім продажем.



Холодильні прилавки бувають двох типів:

- *закритого (глухі), призначені для зберігання запасу швидкопсувних продуктів на робочому місці продавця;*
- *з прозорими дверцятами, призначені для зберігання, демонстрації й продажу розфасованих швидкопсувних товарів. Такі прилавки можуть використовуватися як на робочому місці продавця, так і в торговельному залі.*

Режими зберігання можуть бути ті ж, що й у холодильних шафах. Вони бувають із убудованим або комплектуватися холодильним агрегатом, який монтується окремо, а також підключається до системи централізованого холодопостачання.

Холодильні прилавки можуть складатися з декількох секцій, що з'єднуються торцевими сторонами на місці установлення. Зовні кожна секція облицьована сталевими листами, покритими білою емаллю, усередині – алюмінієвими. Між облицюваннями покладений пінопласт, що виконує роль теплоізоляції.

Краї прилавка окантовані полірованою нержавіючою сталлю.

Доступ до охолоджуваного об'єкта здійснюється через відкритий верхній проріз прилавка, що освітлюється полицею-світильником. Горизонтальна поверхня останньої може бути використана для укладання товарів.



Холодильні прилавки-вітрини – це комплексне обладнання, що складається із прилавка, у якому зберігається запас продуктів, і вітрини, установлені на прилавку, яка слугує для демонстрації та продажу продуктів.

За необхідності продукти із прилавка переносять у вітрину. Відрізняється це обладнання тим, що всі охолоджувані ємності закриті дверцятами або засклені з боку покупця. Лицьова й бічна сторони вітрини закриті подвійними стеклами, а з боку продавця є розсувні скляні дверцята та робочий стіл. Підсвічування здійснюється люмінесцентними лампами. Прилавок, розташований унизу, має теплоізоляцію й щільно закривається теплоізолюючими дверцятами зі швидкодіючим замком.

Холодильні прилавки-вітрини займають значний сегмент усього ринку торговельного холодильного обладнання.

Ще п'ять років тому 90% пропозицій на ринку становило вітчизняне обладнання 20–30 найменувань. Проте останнім часом, у зв'язку зі значним ростом попиту, на український ринок вийшли провідні світові виробники. У результаті загальна пропозиція цього виду торговельного холодильного обладнання збільшилася в 10 разів.

Холодильне обладнання з виносним агрегатом зручне для великих супермаркетів, оскільки до одного такого агрегату можна підключити кілька одиниць обладнання, що дозволяє скоротити енергоспоживання. Проте за централізованого холодопостачання у випадку виходу агрегату з ладу перестає працювати все обладнання, приєднане до нього. Таке обладнання не вигідно купувати невеликим магазинам або супермаркетам, для яких більш зручні прилавки-вітрини з убудованим агрегатом.

Середньотемпературні прилавки-вітрини бувають із природною й примусовою вентиляцією охолодженого повітря. В останніх вентилятор рівномірно розподіляє повітря за всім об'ємом. Такі прилавки-вітрини коштують дорожче.



Польське обладнання – абсолютний лідер на ринку холодильних прилавків-вітрин високого класу останніх років – поступово витісняється з ринку західноєвропейськими зразками.

Українському покупцеві добре відомі такі польські виробники, як: Byfuch, Cold, Sebea, JBG та ін. В основі дизайну холодильних прилавків-вітрин цих компаній використані моделі італійських виробників. Але, як відомо, копія відрізняється від оригіналу не в кращу сторону.

Найякісніші й відповідно найдорожчі прилавки-вітрини виготовляє фірма Byfuch. Виробник вкладає на 40–50% більше грошей у доробку моделей, у результаті в обладнанні міцні з'єднання, надійне паяння елементів. Оскільки собівартість більша, вища й відпускна ціна.

Сектор ринку дорогих холодильних прилавків-вітрин усе частіше займають відомі західноєвропейські виробники, особливо італійські.

До холодильного обладнання першого, найнижчого рівня, наприклад, можна віднести найпростішу й дешеву модель Super Vienna виробництва фірми Arneg. Це звичайна вітрина, призначена для торгівлі через прилавок. Випускається тільки локальний варіант вітрини, тобто створити з них лінію (приєднати одну до іншої) неможливо.

До другого рівня складності відноситься серія прилавків-вітрин Super Dallas в Arneg. Вони трохи ширші й мають більш складну систему автоматики.

Прикладом може служити модель прилавка зі середньотемпературним режимом зберігання, що має 7 різних модифікацій.

Найпрестижніша серія прилавків-вітрин третього рівня. Фірма Arneg пропонує модель Kyoto. Ці прилавки-вітрини мають більш довершений дизайн, глибші й ширші за габаритами. Можливе комп'ютерне програмування системи автоматики, що контролює всі параметри. У фірми Nore аналогічний рівень представлений серією прилавків-вітрин Паллас Панорама, в Linde – прилавками Zeta.

Вітрина холодильна JUKA SGL 190 (-2 – +8)

GL 190 – надійна в холодопостачання і проста в експлуатації, з низьким рівнем споживання електроенергії – укомплектована і вироблена з використанням якісних європейських матеріалів середньотемпературна гастрономічна вітрина. Найкраще співвідношення ціна-якість. Виконання в режимі (-2 – +5), 0 градусів на площі викладки.

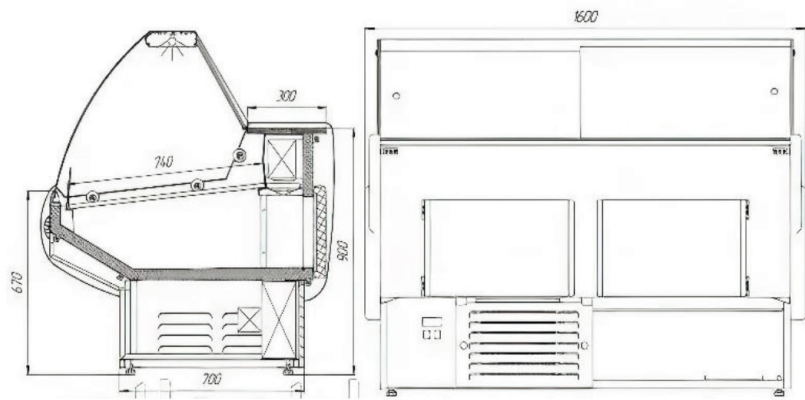


Рис. 6.17. Вітрина холодильна JUKA



Функціональні особливості:

- статичне охолодження;
- глибина викладки – 740 мм;
- боковини – пластик ABS;
- автоматичне відтаювання;
- бокс для зберігання товарного запасу;
- електронний блок управління;
- фронтальне гартоване гнуте скло;
- демонстраційна частина і полка продавця виконані з нержавіючої сталі;
- підсвічування – світлодіодна LED.

Опції: скляна полиця, перегородка, корпус з нержавіючої сталі, установка рожевої лампи для м'яса, установка газліфтів.

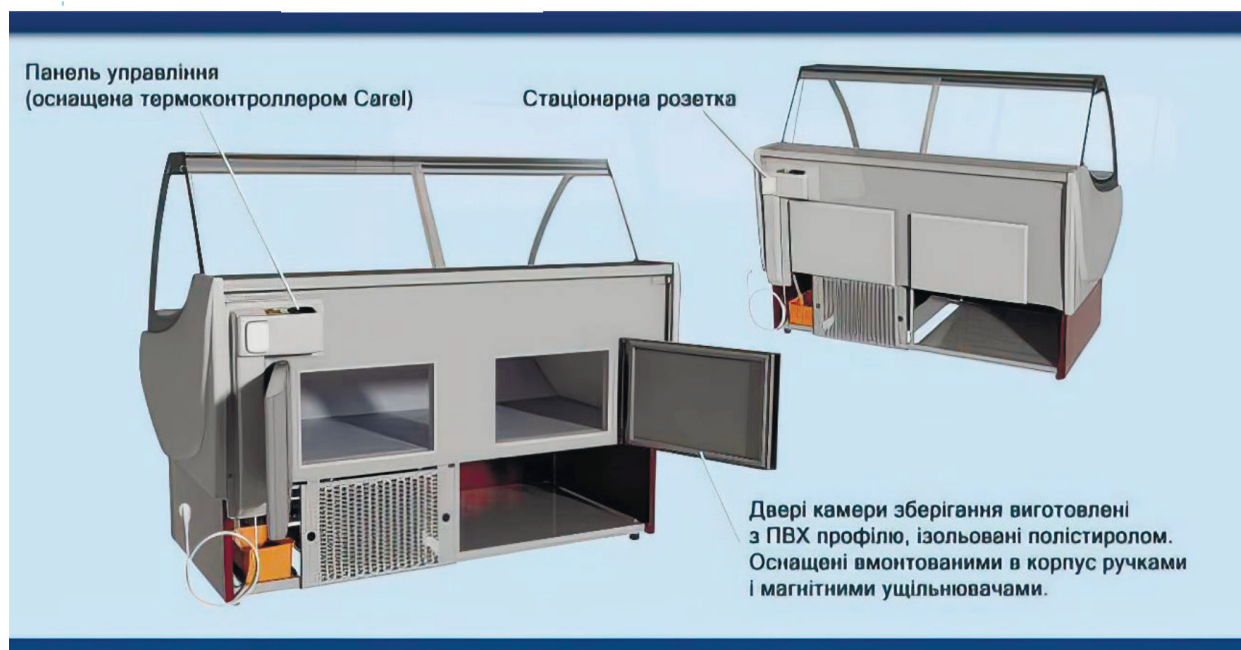
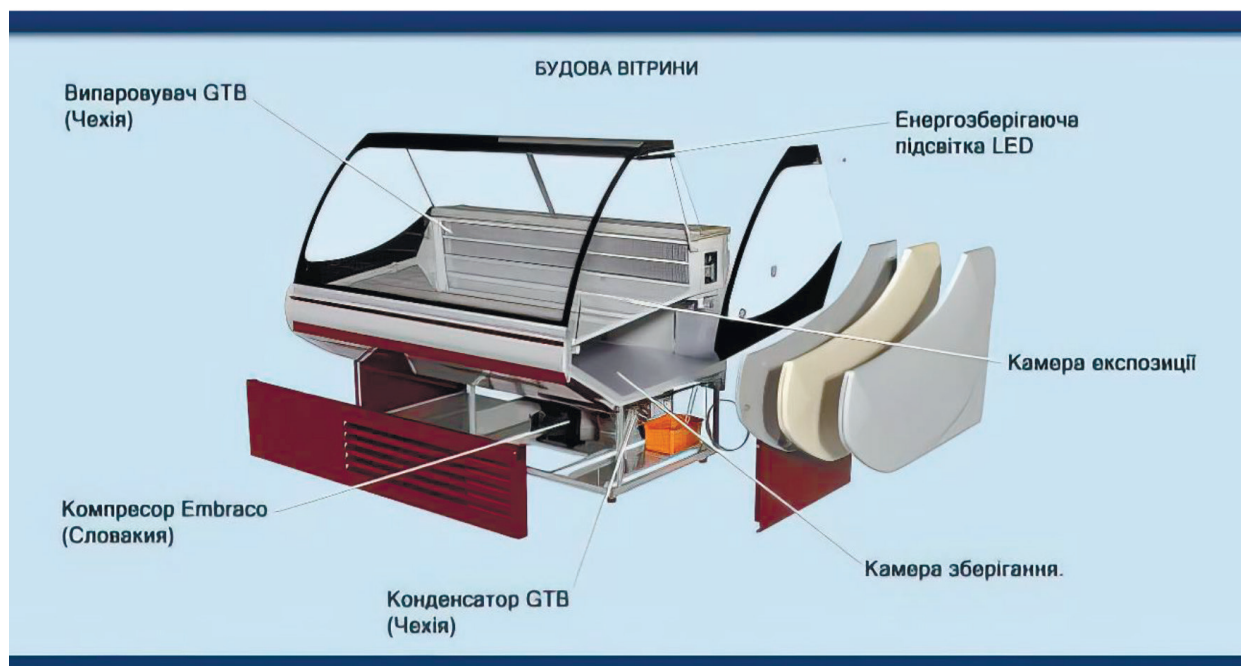


Рис. 6.18. Холодильні вітрини JUKA SGL 190 (-2—+8)

Вітрина холодильна універсальна (-5 – +5)



Рис. 6.19. ПВХС-ЮКА (cube)



Рис. 6.20. Модель SGL

ПВХС-ЮКА (cube)

Модельний ряд середньотемпературних холодильних гастрономічних вітрин, призначених для реалізації молочних, сирних, ковбасних, рибних та м'ясних продуктів. Особливістю цієї вітрини є сучасний дизайн, розроблений відповідно до сучасних тенденцій для магазинів середнього та преміального сегмента. Демонстраційна частина і полиця продавця у вітрині виконані з нержавіючої сталі. Вітрина оснащена містким охолоджувальним боксом для зберігання продуктів та енергозберігаючою LED-підсвіткою. За бажанням клієнта вітрина може бути оснащена рожевою підсвіткою та окрашена в колір замовника. Є можливість оснащення системою підйому фронтально скла газліфтами, що значно полегшить процес догляду за вітриною. Опціонально конструкція вітрини може передбачати можливість об'єднання в суцільну лінію.

Модель SGL універсальна – середньотемпературна гастрономічна вітрина надійна в холодопостачанні і проста в експлуатації, з низьким рівнем споживання електроенергії – укомплектована і вироблена з використанням якісних європейських матеріалів.

6.3.2. Бонети (ванни або гондоли)



Виділяють три типи подібного обладнання:

- вузький пристінний варіант (пристінна бонета);
- бонета центрального розташування;
- комбінація бонети із шафою.

Пристінна бонета



• Комбінація бонети із шафою



• Бонета центрального розташування

Центральні ванни (бонети) можуть бути 2-секційними з можливістю програмування індивідуального температурного режиму в кожній секції.

Односекційні ванни нерідко розміщуються в центрі залу тильними частинами одна до одної, утворюючи острів, що може доповнюватися торцевою секцією. Комбінована модель працює на двох агрегатах: один забезпечує підтримання холоду у ванні, інший – у шафах.

Холодильна ванна-шафа має загальну площу експозиції значно більшу ніж у інших видів обладнання. Такий варіант значно дорожче звичайної холодильної ванни. Корпус бонети звичайно виготовляється із пластифікованої сталі, а внутрішня обробка виконується з нержавіючої сталі. Боковини мають поліуретанову ізоляцію й протиударний буфер. Найбільшою популярністю користуються моделі зі скляним бортиком, що забезпечує гарний огляд.

Найзатребуванішими є морозильні ванни з діапазоном температур $-18 - -25^{\circ}\text{C}$. Випускаються також середньотемпературні бонети ($-1 - +5^{\circ}\text{C}$). Для невеликих магазинів особливий інтерес представляє комбінований варіант, що дозволяє регулювати температуру від -25 до $+8^{\circ}\text{C}$.

Вітрина «Аляска М» низькотемпературна відкрита ($-18 - -22$), призначена для експозиції та продажу продуктів харчування в супермаркетах і магазинах самообслуговування. Охолодження динамічне.



Вітрини «Аляска М» для виносного і центрального холодопостачання:

- динамічне охолодження;
- температурний режим: $-22 - -18^{\circ}\text{C}$;
- електронний пульт управління з вбудованою функцією АВТОМАТИЧНОГО РОЗМОРОЖУВАННЯ ВИПАРОВУВАЧА;
- ТРВ, контролер;
- оглядовий склопакет по периметру бонети;
- нічні штори;
- модуль без боковин.



Рис. 6.21. Вітрини «Аляска М»

Комбінована морозильна бонета торгової марки Технохолд БХН-1,875 «Аляска Combi» – новинка холодильного обладнання, яка поєднує функції морозильної шафи і низькотемпературної вітрини. Пристрій служить для викладення та демонстрації заморожених напівфабрикатів, риби, м'яса, овочів, а також упакованої продукції, наприклад, морозива. Шафа-вітрина відмінно підійде як для великих супермаркетів, так і невеликих магазинів самообслуговування. Працює шафа-бонета за низьких температур – діапазон $-18 - -22^{\circ}\text{C}$. Управління температурою та режимом відтаювання забезпечує електронний пульт. В обладнанні втілено складну систему холодопостачання, яка забезпечує рівномірний режим в обох камерах, а працює від одного холодильного джерела. Використовується динамічний тип охолодження (вентилятори). Конструкція морозильної вітрини виконана дуже зручно як для покупців, так і обслуговуючого персоналу. Різномірнева система розподілу обсягу дозволяє зберігати різнотипну продукцію. Площа викладки є досить великою. Для бонетів заввишки 2040 мм становить $3,8 \text{ м}^2$ та для висоти 2220 мм (БХН-1,875 «Аляска Combi maxi») – $4,55 \text{ м}^2$. Внутрішній об'єм підсвічується. Корпус має ізоляцію з пінополіуретану завтовшки 60 мм. Двері шафи – розстібні, а бонети – розсувні. Характеристики призначення: зберігання і продаж замороженої продукції, боковин: 1875/1080/2040 мм Додаткові можливості: термометри об'єму, біле LED підсвічування об'єму каталогу RAL. Можливість острівного розміщення (торцеві модулі).



Рис. 6.22. Комбінована морозильна бонета

6.3.3. Гірки

Холодильні гірки призначені для демонстрації, продажу й тимчасового зберігання попередньо охолоджених харчових продуктів і напівфабрикатів, фасованих продуктів, штучного товару в магазинах самообслуговування. Збираються в лінію як з убудованим, так і з виносними агрегатами й центрами. Поділяються на молочні, м'ясні й фруктові.

Молочні (закордонні виробники маркують їх буквами SL) мають температурний режим $+1\text{--}+7^{\circ}\text{C}$ і призначені для торгівлі молокопродуктами й гастрономією.

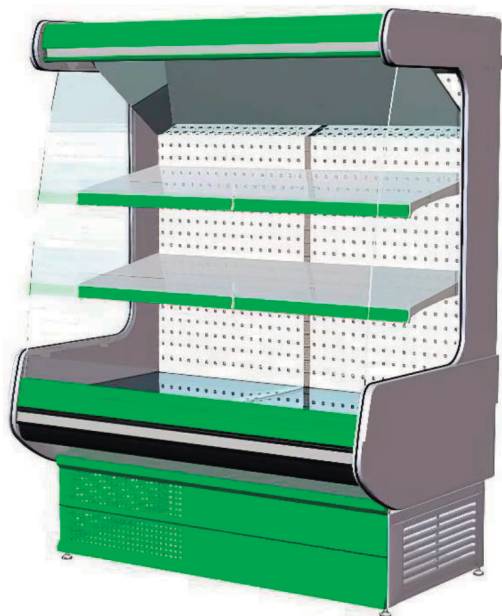
М'ясні гірки (MT) з температурним режимом $0\text{--}+2^{\circ}\text{C}$ використовуються для торгівлі м'ясними напівфабрикатами, рибою й пресервами.

У гірках третього типу – **фруктових (FV)** – температурний режим устатковується на рівні $+5\text{--}+7^{\circ}\text{C}$. Такий мікроклімат гарантує збереження товарних якостей овочів і фруктів.

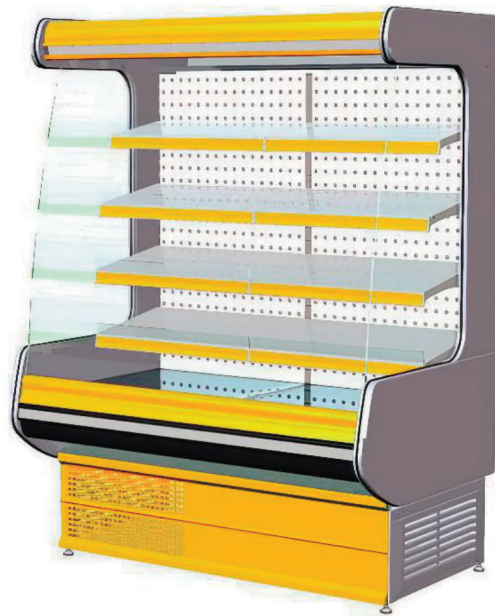
Якщо м'ясні й молочні гірки розрізняються між собою тільки температурним режимом, то фруктові відрізняються конструктивно: для викладення товару в них використовуються дві полиці, які монтуються під нахилом, і нижній рівень (піддон). У верхній частині обладнання встановлена похила дзеркальна панель, у якій відображається викладений товар, створюючи ефект достатку.

Стандартна комплектація холодильних гірок припускає наявність лампи денного світла, убудованої в козирок обладнання. Фахівці радять для підсвічування м'ясних гірок використовувати лампи із червоними відтінками, які здатні збільшити привабливість товару.

Вітрини виготовляються декількох типорозмірів за довжиною від 1555 мм до 2585 мм, із системою повітряної завіси. Полки вітрини швидкознімні й можуть устатковуватися в будь-якій конфігурації самим користувачем.



a



б

Рис. 6.23. Холодильні гірки:
a – гастрономічна; *б* – фруктові

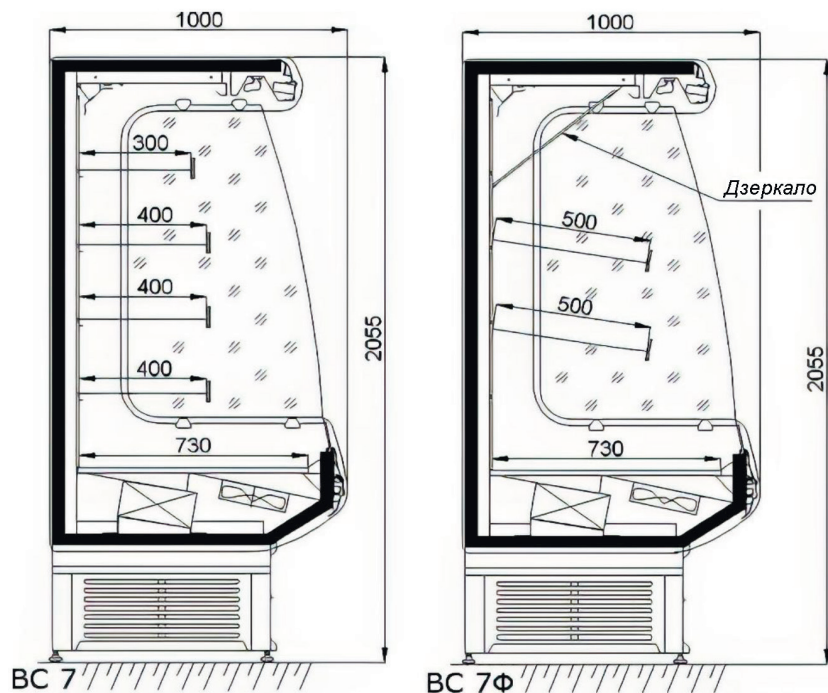


Рис. 6.24. Габаритні розміри гірки



Рис. 6.25. Загальний вигляд гірки «Корделія»

Переваги «Корделії»:

- найнижча холодопродуктивність, що дозволяє істотно скоротити витрати на холодильні установки, а також заощадити електроенергію, у такий спосіб зменшивши строк окупності обладнання;
- можливість установлення 6-го ряду полиць (шириною 500 або 600 мм) для збільшення площі викладення, що підвищує мерчандайзингові властивості вітрини.

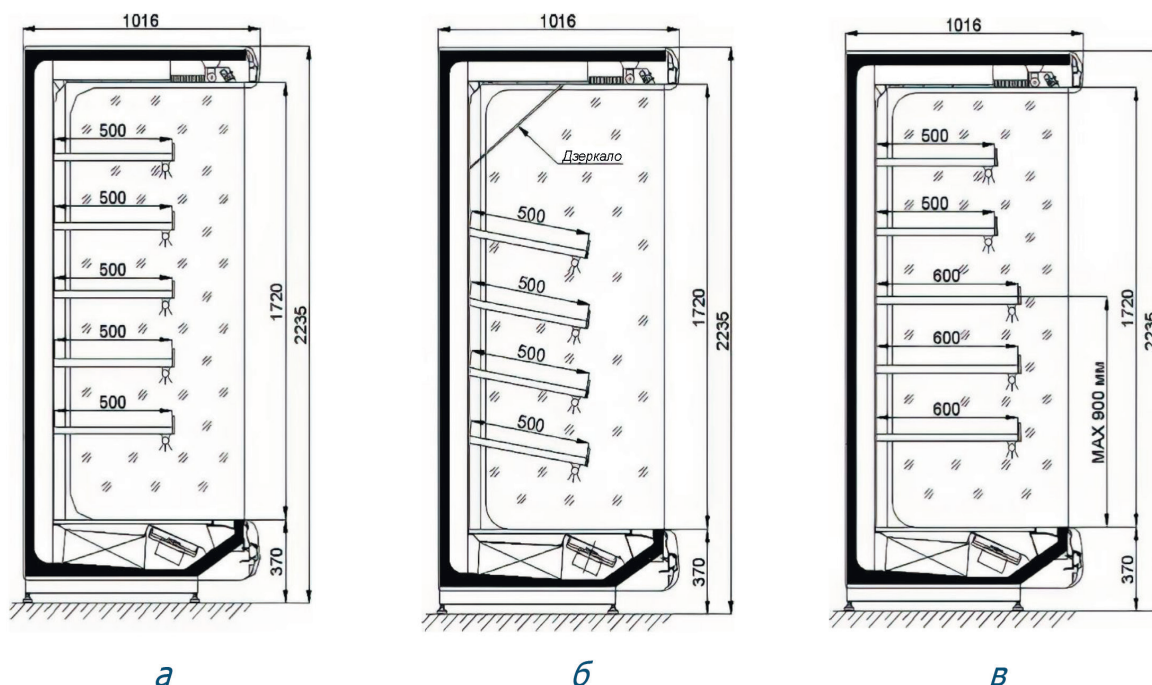


Рис. 6.26. Габаритні розміри гірок:

а – гастрономічна; б – фруктовая; в – гастрономічна поглиблена

6.3.4. Морозильні скрині

Виробники пропонують моделі для вуличної торгівлі, контейнерних і наметових продажів, для використання в магазинах для заморожених продуктів та ін. Обсяг ларів – від 150 до 650 літрів, діапазон температур – від 0 до мінус 30°C.

Скрині практичніші й зручніші вітрин: їх можна завантажити під кришку, продукти в них зберігаються довше, ніж у вітринах, і, нарешті, скрині дешевші, ніж вітрини та всі інші різновиди морозильного обладнання.

Морозильні скрині відносяться до холодильного обладнання, якому скрізь знайдеться місце. Компактність і можливість вільного пересування – їхні основні переваги. Місце морозильній камері можна знайти й на вулиці, і у великому торговельному залі, і в дуже маленькому привокзальному наметі.

Конструктивно всі види торговельного холодильного обладнання (морозильні скрині, зокрема) мають багато спільного. Основною несучою конструкцією холодильного обладнання є металевий каркас різної конфігурації. Із зовнішньої й внутрішньої сторони він облицьований пластиком, склом, або сталевими листами, покритими синтетичною емаллю.

Як технологічні декоративні елементи під час виготовлення можуть використовуватися нержавіюча сталь, кольоровий пластик; алюмінієвий профіль; скло; дзеркала.

Стінки й дверцята торговельного холодильного обладнання мають багатошарову конструкцію. За зовнішніми оздоблювальними матеріалами є гідроізоляційний прошарок і теплоізоляційний шар. Так здійснюється підтримання потрібної температури морозильної скрині.

Після теплоізоляційного шару є гідроізоляційна прокладка й далі внутрішнє опорядження охолоджуваного простору морозильної скрині. Оскільки внутрішня поверхня охолоджуваних камер морозильних скринь і іншого холодильного обладнання може стикатися із продуктами, вона виконана з матеріалів, які не піддаються корозії.

Для ефективнішого використання внутрішнього охолоджуваного обсягу морозильні скрині, як і інші види холодильного обладнання, оснащуються стелажми, полками, касетами, виготовленими з тих же нейтральних матеріалів.

Ще однією помітною тенденцією став перехід виробників на озонобезпечні холодоагенти, що ще більше сприяло популяризації морозильних скринь і всього холодильного обладнання в цілому. Сьогодні на ринку з'являються й сучасні моделі морозильних скринь із малогабаритними компресорами, що дозволяє збільшити простір для викладення товару. Величина й гучність компресора, а також використання шкідливого фреону були одними з головних обмежуючих факторів використання холодильного обладнання.

Незаперечною перевагою морозильних скринь перед морозильними ваннами є відсутність втрати холоду. Наявність дверей забезпечує постійне підтримання температурного режиму. Проте, не завжди можна встежити за тим, щоб двері морозильної скрині були щільно закриті. Тому деякі компанії оснащують їх механізмами автоматичного закривання дверей. Морозильні скрині відрізняються досить простою технологією виробництва й дуже привабливими ринковими якостями для споживача.

Скрині морозильні ELCOLD (Данія) – продукція провідного європейського виробника морозильного обладнання – датської фірми Elcold Fryserne Horbo Ap. Перевагою скринь цієї марки (після стабільної якості) є ціна, подібна цінам на аналогічне обладнання вітчизняного виробництва. Скрині морозильні фірми Elcold випускаються для застосування в діапазоні температурного режиму $-18 - -25^{\circ}\text{C}$, з трьома різновидами верхніх кришок (рис. 6.27).



Рис. 6.27. Загальний вигляд морозильних скринь Elcold

*а – скрині морозильні із прямим розсувним склом;
б – скрині морозильні з вигнутим розсувним склом;
в – скрині морозильні із глухою кришкою*



Особливості скринь Elcold:

- підвищена потужність: агрегат Danfoss дозволяє в період спеки підтримувати задану температуру;
- полімерне покриття: на відміну від порошкового фарбування дозволяє тривалий час зберігати естетичний вигляд корпусу скринь навіть в умовах вуличної торгівлі;
- висока щільність термоізоляції (пінополіуретан не менше 50 кг/м²): призводить до економії електроенергії й продовжує термін служби холодильного агрегату;
- внутрішня поверхня морозильників має полімерну підложку, що значно збільшує її зносостійкість;
- скло має спеціальне покриття, що не запотіває;
- капілярні трубки виготовлені з міді, що полегшує проведення робіт у випадку усунення несправностей.

Скрині морозильні Liberty (Китай). Завдяки наявності електронного управління температурою морозильна скриня LIBERTY забезпечує підтримання точно заданої температури. Функція пам'яті забезпечує автоматичний перезапуск після відновлення світла з раніше заданими параметрами. Клас енергоспоживання А+.

Завдяки новим технологіям виробництва морозильні скрині LIBERTY споживають мало електроенергії. І, що дуже важливо для умов України, забезпечують тривалий (від 26 до 37 годин залежно від моделі) термін зберігання заморожених продуктів після знеструмлення.

Спеціальний запатентований дизайн нахилоного під кутом 28 градусів дисплея запобігає попаданню крапель води і гарантує безперебійну роботу впродовж усього терміну експлуатації. Враховані кліматичні умови України, а саме різке підвищення температури влітку, тому морозильні скрині LIBERTY адаптовані до роботи в кліматичному класі Т, що гарантує стійку роботу до температури 43°C. Компресор забезпечує нормальний запуск морозильної скрині навіть за зовнішньої температури до -15°C. Під час завантаження великої кількості продуктів одночасно є додаткова можливість увімкнути функції суперзаморозка, яка забезпечує 52 години безперебійної роботи з повторним автоматичним поверненням до нормального режиму. Вбудований конденсатор і випарник запаєні в корпус, мінімізує вібрацію та полегшує догляд за морозильною скринькою. Стійкість до перепадів напруги морозильні скрині LIBERTY відповідають усім європейським стандартам енергоспоживання, забезпечуючи водночас нормальну роботу в широкому діапазоні напруг від 180В-240В.



Рис. 6.28. Загальний вигляд морозильних скринь LIBERTY

6.4. Льодогенератори, фризери, охолоджувачі напоїв

Льодогенератори – автоматичні пристрої для приготування харчового льоду, який використовується для технологічних потреб, підприємств переробних і харчових виробництв, ресторанно-готельного бізнесу та торгівлі.

Класифікація льодогенераторів

Штучний лід одержують заморожуванням води в льодогенераторах за температур охолодженого середовища від - 8 до -30°C.



Рис. 6.29. Загальний вигляд льодогенератора



Сучасні льодогенератори класифікують за видом, призначенням льоду, що виробляється, за способами і джерелами охолодження, за продуктивністю й конструктивними особливостями. Вони бувають періодичної й безперервної дії, з відтаванням і механічним відділенням льоду. Крім того, розрізняють автономні (зокрема агрегатні) автоматизовані льодогенератори безпосереднього охолодження й неавтономні із централізованим охолодженням розсолем або безпосередньо холодоагентом.



Льодогенератори виробляють такі види технічного та харчового льоду:

- блоковий, трубчасто-блоковий і сніжно-блоковий; плитний і трубчасто-плитний; малогабаритний – подрібнений кусковий і пластинчастий, трубчастий, скорлупний, брикетний, кубиковий; розсипний – дрібно подрібнений (здрібнений до снігоподібної маси або гранул), лускоподібний, сніжний.

На рис. 6.30 наведено окремі види льоду, вироблених за допомогою льодогенераторів.



Рис. 6.30. Загальний вигляд льоду, який отримують за допомогою льодогенераторів:
а – стаканчик; б – кубик; в – лускоподібний

Для охолодження продуктів і напоїв на підприємствах ресторанного бізнесу використовують лід, що має форму стаканчика (дрібних і середніх розмірів), кубика або конуса.

Для викладення охолодженої продукції на вітринах застосовують кубиковий, лускоподібний або гранульований лід. Останній лід краще інших типів льоду підходить для цієї мети. Гранули не пошкоджують поверхневі шари продукції, краще зберігають її товарний вигляд. Під час танення льоду вода стікає із гранул, не затримуючись на плоских поверхнях кубиків або лусочок.

6.4.1. Льодогенератори лускоподібного льоду

Льодогенератори Geneglace

Робота льодогенератора полягає в такому: вода з піддона (3) насосом (2) подається через отвори (4) на внутрішні стінки циліндра (1), що охолоджується холодоагентом R-404A, R-717, який випаровується в просторі між стінками (6). Лід, що намерзнув на стінках циліндра, зрізується фрезою (7), що приводиться в дію електродвигуном (8) (рис. 6.31). Можливе виробництво льодогенераторів берегового виконання з використанням морської води.

Льодогенератор поставляється в зібраному вигляді та комплектується холодильним агрегатом фірми BITZER (Німеччина). У холодильному контурі системи використовується холодоагент R-22, можливе виконання із застосуванням холодильного агента R404A або аміаку R-717.



Рис. 6.31. Загальний вигляд льодогенератора Geneglace



Індивідуальними особливостями льодогенераторів Geneglace є:

- застосування безсальникового напівгерметичного поршневого компресора, що підвищує надійність і довговічність роботи системи;
- у місці зрізання льоду вода не подається, тому лусочки льоду на виході сухі, що підвищує їхню абсорбційну здатність;
- лускоподібний лід виробляється без гострих крайок і кутів, що не псує зовнішній вигляд продукту.

Льодогенератори лускоподібного льоду фірми «Технохолд ГЛЕН, ЛТД»

Льодогенератори лускоподібного льоду, які випускаються фірмою «Технохолд ГЛЕН, ЛТД» (рис. 6.32) виробляють лід товщиною 0,8–1,0 мм. Температура льоду мінус 6°C. Льодогенератор лускоподібного льоду комплектуються компресорно-конденсаторними агрегатами фірми L'UNITE HERMETIQUE, теплорегулюючою апаратурою Danfoss і оснащені пультом керування на базі високонадійного мікропроцесора фірми Atmel, що забезпечує повну автоматизацію роботи. Корпус льодогенератора виконаний із іржостійкої сталі.



Рис. 6.32. Загальний вигляд льодогенератора фірми «Технохолд ГЛЕН, ЛТД»



Основними відмінними рисами льодогенераторів лускоподібного льоду є:

- оптимальні параметри льоду – товщина лусочок 0,8–1,0 мм – сприяє швидкому змішуванню з м'ясною масою фаршу під час кутерування й тим самим збільшує ресурс роботи ножів кутера; за викладення на рибних прилавках сприяє кращому зберіганню свіжої риби;
- низька температура льоду мінус 6 °C повністю забезпечує температурний режим фаршу під час кутерування, ідеально підходить для тривалого зберігання льоду й може вироблятися про запас;
- можливість монтажу компресорно-конденсаторного агрегату окремо від випарника (біблок) дозволяє встановити агрегат поза виробничим приміщенням, що дає можливість оптимального використання виробничих площ, підтримувати температурний режим у виробничій зоні.

6.4.2. Льодогенератори кубикового льоду

Льодогенератор «Торос-2» складається із двох блоків; відділення з бункером для приготування льоду і машинного відділення.

Всі вузли льодогенератора (рис. 6.33) змонтовані в металевому корпусі, виконаному з листової сталі. Льодогенератор установлений на регульованих опорах.

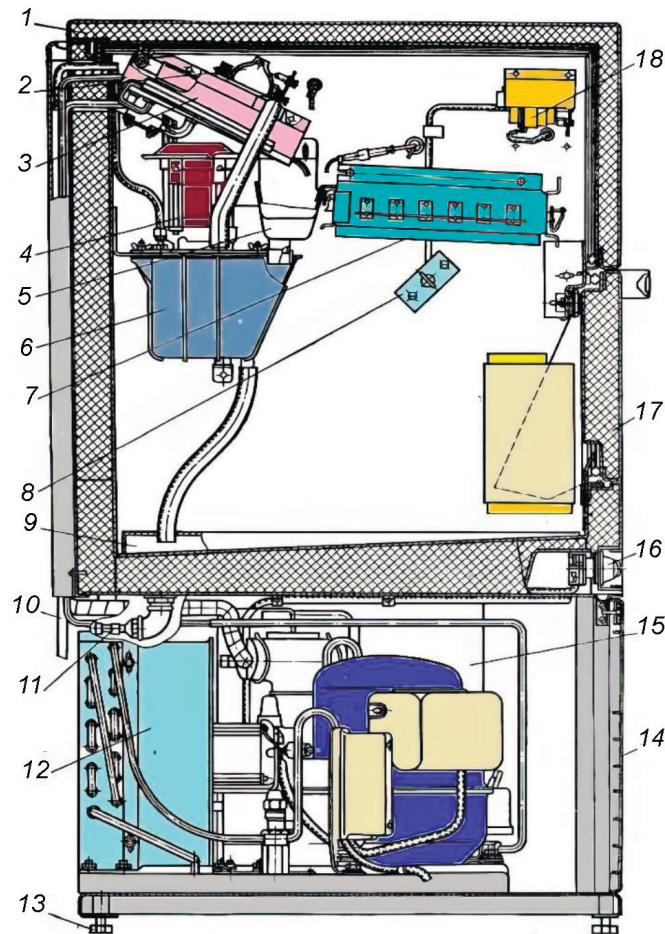


Рис. 6.33. Льодогенератор «Торос-2»:

- 1 – регульована опора; 2 – холодильний агрегат; 3 – водяний штуцер; 4 – фреоновий трубопровід;
5 – шланг подачі води; 6 – кожух капілярної трубки термореле бункера; 7 – різальні ґрати;
8 – ванна насоса; 9 – піддон; 10 – насос; 11 – випарник; 12 – щуп; 13 – кришка;
14 – термореле бункера; 15 – двері бункера; 16 – бункер; 17 – перемикач;
18 – ґрати машинного відділення

Відділення з бункером для зберігання льоду розміщено у ванні з нержавіючої сталі, що вмонтована в корпус льодогенератора. У дні ванни є зливальний отвір із водяним затвором. Порожнина між ванною й корпусом льодогенератора заповнена теплоізоляцією. Верхня частина відділення закрита легкознімною теплоізольованою кришкою. Контур прилягання кришки окантований магнітним гумовим профілем. У відділенні розташований випарник з колектором і щупом, водозбірник, різальні ґрати, насос із запірним поплавковим клапаном і ванною, термореле бункера. Двері бункера знаходяться на лицьовій стороні льодогенератора. Для відкриття дверей

необхідно потягнути її за ручку на себе. Контур прилягання дверей також окантований магнітним гумовим профілем. Наявні магнітні засувки забезпечують щільне прилягання дверей.

Основним вузлом льодогенератора є герметичний холодильний агрегат, що складається з ротаційного компресора, конденсатора з вентилятором і вентиля відтавання. Холодильний агрегат і поворотний щит електроустаткування змонтовані в машинному відділенні, що розташовано в нижній частині корпусу. Для монтажу й технічного обслуговування агрегату в задній стінці машинного відділення є вікно. Передня частина машинного відділення льодогенератора закрита вентиляційними ґратами, бічні поверхні – кришками.



Холодильна машина – це герметична система, що складається з компресорно-конденсаторного агрегату Всп400~1БЛ, випарника, теплорегулювального та електромагнітного вентилів.

Випарник виготовлений із двох листів іржостійкої сталі. Верхній лист із бортами з трьох сторін, на якому наморозується лід, має гладку поліровану поверхню. На нижньому листі виштампувані канали для проходу холодоагенту. Верхній і нижній листи поєднані роликівим і точковим зварюванням. До випарника за зовнішнім периметром припаяна трубка, що утворює контур для відтаювання. У верхній частині випарника розташований колектор, що має отвори за всією довжиною. Щоб подача води на випарник була рівномірною, вона підводиться до центра колектора.

Для контролю товщини льоду, що утворюється на випарнику під час циклу наморозування, льодогенератор оснащений спеціальним щупом (датчиком товщини льоду), що складається з мікроелектродвигуна з редуктором. На обертовому валу мікроелектродвигуна закріплений важіль із кронштейнами, на яких установлений кулачок. Під час роботи мікроелектродвигуна важіль обертається разом із валом. Кулачок важеля починає обкатуватися по льоду тільки тоді, коли товщина льоду буде на 2–3 мм менше заданої. Кулачок, обкатуючись по льоду разом із кронштейном, погойдується на осях. Осі з'єднують рухомий кронштейн із нерухливим. Коли товщина льоду досягне заданої, болт рухливого кронштейна натисне на ролик мікроперемикача, подаючи сигнал для початку циклу відтавання випарника.

Під випарником установлений водозбірник, у який стікає вода з випарника. Із водозбірника, що є ванночкою із дном, яке має ухил до зливального патрубку, вода зливається у ванну насоса.

Різальні ґрати складаються із прямокутної рамки й струн. Ніхромові струни за допомогою пластинчастих пружин натягнуті на рамці двома паралельними ярусами. Напрямок струн верхнього ярусу збігається з напрямком сповзаючого шару льоду. Струни нижнього ярусу розташовані перпендикулярно струнам верхнього ярусу. Струни, що перекриваються, утворюють сітку із квадратними осередками. Під час роботи льодогенератора струни перебувають під напруженою. Шар льоду, сповзаючи з випарника, попадає на поздовжні струни й ріжеться на смуги.

Смуги падають на нижній ярус, де відбувається різання льоду на квадратні пластини. Розрізаний лід зі струн падає в бункер.

Насос льодогенератора відцентровий. Корпус насоса складається із двох половин, з'єднаних гумовим ущільнювальним кільцем. У корпусі насоса перебуває завиток, що створює напрямок потоку, і крильчатка, насаджена на вісь. До верхньої половини корпусу насоса приварена нагнітальна трубка. Насос подає воду через шланг у колектор.

На одному кронштейні з насосом установлений запірний поплавковий клапан, що складається зі спеціальної гайки, форсунки, клапана із шайбою й важеля з поплавцем. Важіль з'єднаний віссю із клапаном. За досягнення заданого рівня води поплавець піднімає клапан, що перекриває надходження води з форсунки. За зниження рівня води поплавець опускається, й через клапан вода надходить у ванну насоса, що є посудиною, у дні якої є патрубки зливу й переливу. Зливальний патрубок закритий корком, на переливному патрубку укріплений ковпачок, що утворює сифон, через який відбувається часткова заміна води після кожного циклу.



Щит електроустаткування – це панель із установленими на ній приладами. Для зручності обслуговування льодогенератора щит виконаний поворотним і легкоснімним. Щит може повертатися навколо вертикальної осі на 90°.

Принцип одержання прозорого харчового льоду в льодогенераторі заснований на охолодженні води, що рухається, на випарнику й частковому її заморожуванні. Під час заморожування води солі, які містяться в ній, переходять у некрижану частину води, що збільшує їхню концентрацію. Збільшення концентрації солей призводить до утворення непрозорого льоду й різкого зниження продуктивності льодогенератора. Для запобігання зазначеним явищам у льодогенераторі здійснюється заміна некрижаної води у ванні насоса. Вода у ванну насоса подається через фільтр грубого очищення, з'єднаний із запірним поплавковим клапаном трубою. Вода в колектор подається зануреним у ванну електронасосом, що з'єднаний із колектором шлангом.

Льодогенератор працює в такий спосіб: вода, що рухається безперервним рівномірним потоком по похило встановленому випарнику, частково замерзає й віджимає важіль щупа нагору. Некрижана вода стікає у водозбірник і зливається у ванну насоса. Вода у ванну надходить із водопроводу в міру її витрати в результаті наморожування льоду на випарнику. Рівень води підтримується постійним за допомогою запірного поплавкового клапана.

За досягнення заданої товщини льоду мікроперемикачем відключаються електродвигуни щупа, насоса, вентилятора холодильного агрегату й включається електромагнітний клапан для подачі гарячих парів холодоагенту в контурну трубку випарника та у випарник. Водночас випарник відтає, шар льоду сповзає на ґрати, ріжеться на них і падає в бункер для зберігання. Після зупинки насоса надлишки води через переливну трубку зливаються в каналізацію.

Після сповзання шару льоду з випарника щуп повертається у вихідне положення. Мікроперемикач виключає електромагнітний клапан, включає електродвигуни щупа, насоса й вентилятора. Починається новий цикл. Циклічна робота льодогенератора триває, поки бункер не буде повністю завантажений льодом. Кожух із капіляром термореле бункера розташований угорі бункера під різальними ґратами. Під час дотику пластинок льоду до кожуха капіляра спрацює термореле бункера, й льодогенератор вимикається.

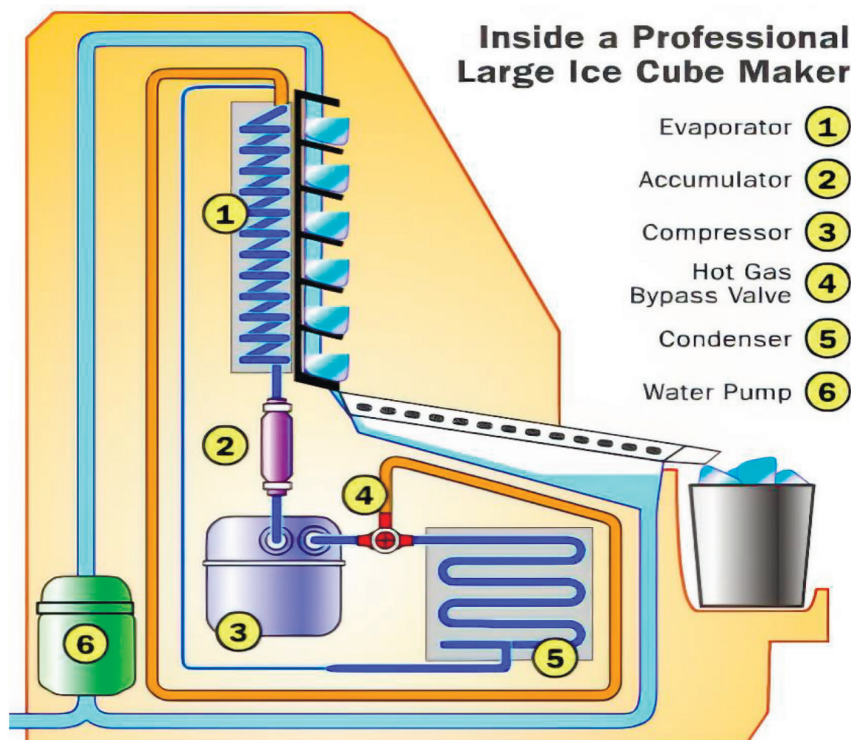


Рис. 6.34. Льодогенератор кубикового льоду



Вузли льодогенератора кубикового льоду (рис. 6.34):

- **випарник** – завдяки йому відбувається сильне охолодження форми для льоду;
- **аккумулятор**;
- **компресор** – серце льодогенератора;
- **бай-пас для гарячого газу** – коли лід наморозився, необхідно, щоб він випав у бункер. Для цього потрібно подати гарячий газ на решітку – форма нагрівається і лід випаде в бункер;
- **конденсатор** – відбувається конденсація холодильного агента;
- **водяна помпа** – качає воду для подачі у форму для льоду.

6.4.3. Льодогенератори стаканчикowego льоду

Льодогенератор АСМ-120-6А фірми «Фрімонт» (Італія). Розглянемо будову льодогенераторів стаканчикowego льоду на прикладі льодогенератора марки АСМ-120-6А виробництва фірми «Фрімонт» (Італія) (рис. 6.35). У верхній частині теплоізольованої камери змонтовані випарник, водяний колектор із форсунками й водяний насос. Під ними розташований бункер для льоду. У нижній частині корпусу льодогенератора знаходиться машинне відділення, у якому розміщені холодильний агрегат і електромагнітні вентилі.

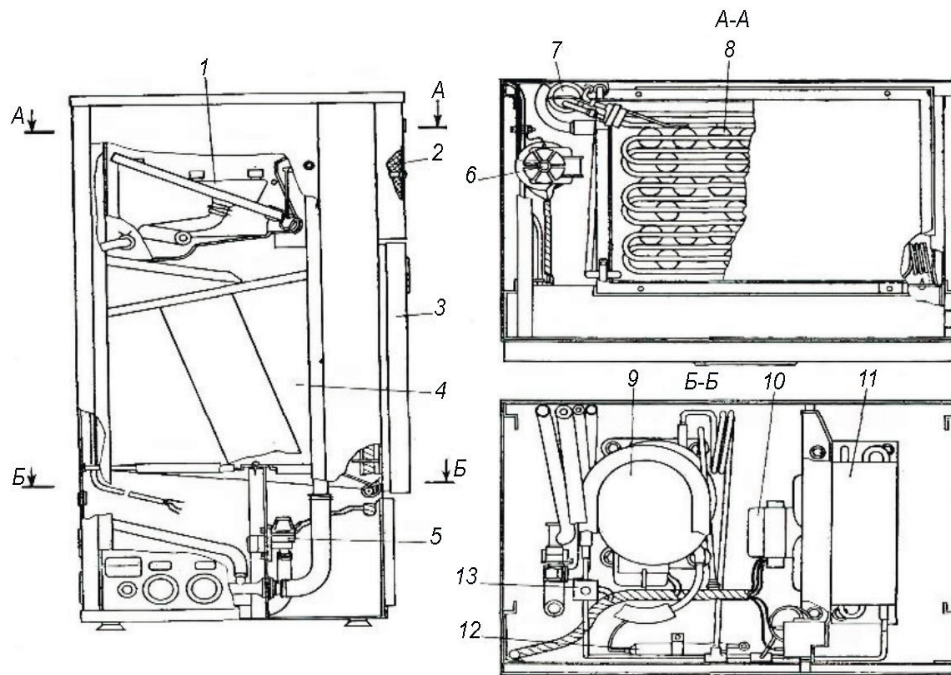
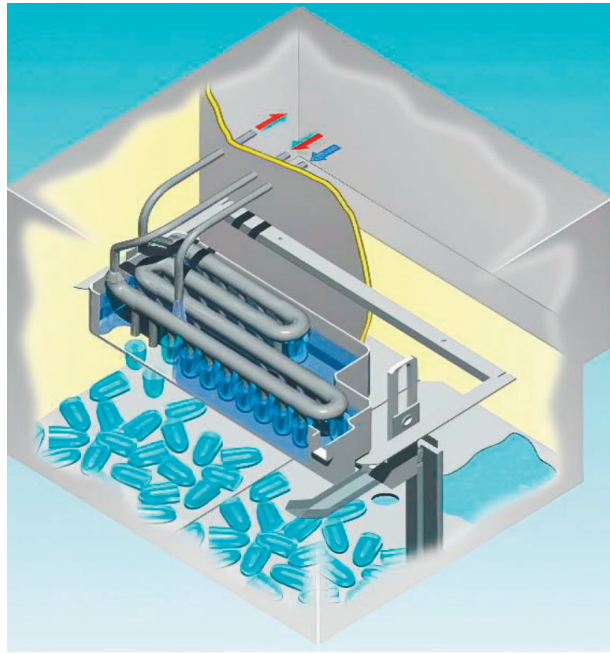


Рис. 6.35. Льодогенератор АСМ-120-6А фірми «Фрімонт» (Італія):
 1 – колектор із форсунками; 2 – теплоізоляція; 3 – двері бункера; 4 – бункер;
 5 – електромагнітний вентиль подачі води; 6 – водяний насос; 7 – віддільник рідини;
 8 – випарник; 9 – компресор; 10 – вентилятор; 11 – конденсатор; 12 – фільтр-осушувач;
 13 – електромагнітний вентиль подачі гарячої пари холодоагенту

Випарник складається з льодоформ (стаканчиків, перевернутих угору дном), до яких припаяний трубчастий змієвик (рис. 6.36).

Під час роботи льодогенератора насос подає воду з ванни в колектор. Проходячи через форсунки, вода розприскується та попадає в стаканчики, на внутрішній поверхні яких утворюється шар льоду, що поступово збільшується. Частина охолодженої води стікає у ванну та знову подається насосом у колектор. Зі зниженням температури кипіння холодоагенту термореле випарника включає реле часу. Холодоагент надходить у змієвик випарника через капілярну трубку, навиту на віддільнику рідини, що утворює регенеративний теплообмінник. Пара холодоагенту відсмоктується компресором через віддільник рідини.

Після 25 хвилин роботи льодогенератора в режимі наморозування льоду за допомогою реле часу відкриваються електромагнітні вентиля. Через один із них гаряча пара холодоагенту нагнітається компресором у випарник, а через інший тепла вода надходить у піддон, обмиваючи випарник. Циліндрики льоду в стаканчиках підтають, відділяються від форм, падають на похилу площину колектора й, відгинаючи шторку, скочуються в бункер. Цикл відтавання триває близько 3 хв, після чого реле часу перемикає льодогенератор на цикл наморозування льоду, відключаючи електромагнітні вентиля. Вода, що залишилася в піддоні випарника, через наявний отвір стікає у ванну. Рівень води в ній підтримується не вище верхнього кінця переливної трубки.

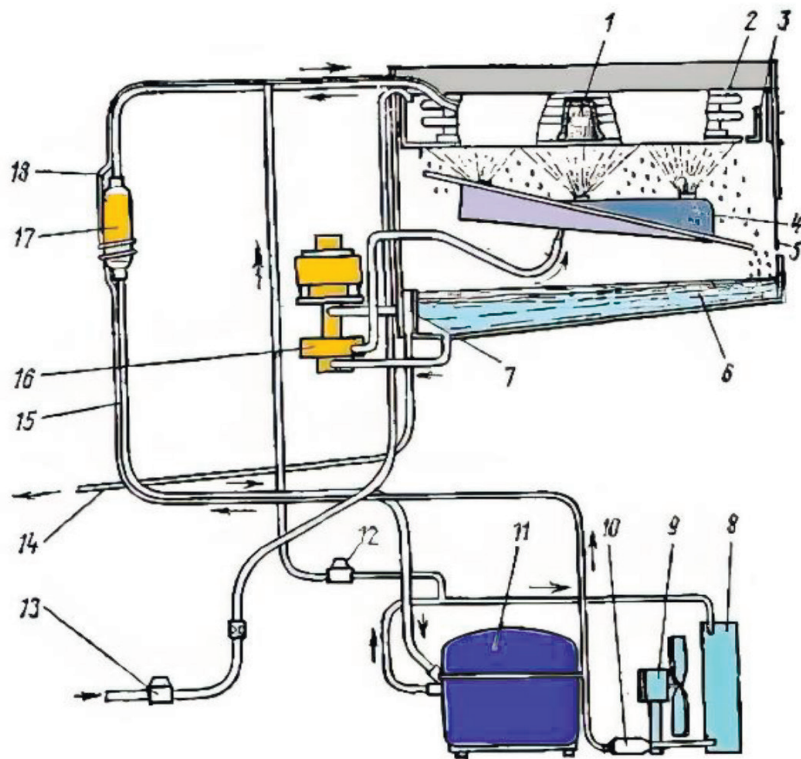


Рис. 6.36. Схема льодогенератора АСМ-120-6А:

- 1 – льодоформа; 2 – випарник; 3 – піддон випарника; 4 – колектор із форсунками; 5 – шторка;
- 6 – ванна; 7 – переливна трубка; 8 – конденсатор; 9 – вентилятор; 10 – фільтр-осушувач;
- 11 – компресор; 12 – електромагнітний вентиль подачі гарячої пари холодоагенту;
- 13 – електромагнітний вентиль подачі води; 14 – трубопровід зливу води;
- 15 – усмоктувальний трубопровід; 16 – водяний насос;
- 17 – віддільник рідини; 18 – капілярна трубка

Льодогенератор МЮ /50 виробництва фірми «Міркез» (Угорщина).

Схему льодогенератора зображено на рис. 6.37. Вузол наморозжування льоду складається з випарника, водозмішувача та водяної ванни. Вал із лопатами водозмішувача приводиться в рух через редуктор синхронним електродвигуном.

Під час включення льодогенератора в мережу починають працювати холодильний агрегат і водозмішувач. Випарник охолоджується й за температури $-10 - -15^{\circ}\text{C}$ спрацьовує термореле (8). Воно подає сигнал на включення електромагнітного вентиля (7), через який вода починає надходити у ванну. Коли маса ванни з водою стає більше маси противаги, ванна опускається й натискає на мікроперемикач, що подає сигнал на включення електромагнітного вентиля гарячої пари холодоагенту. На випарнику лід ще не намерзнув, він швидко нагрівається, й термореле (9) знову перемикає схему на охолодження. Під час відтавання випарника надлишок води з ванни виливається через отвір рівня. За зниження рівня води до цього отвору противага піднімає ванну, конуси випарника, які утворюють лід занурюються у воду, й починається заморозжування крижаних конусів.

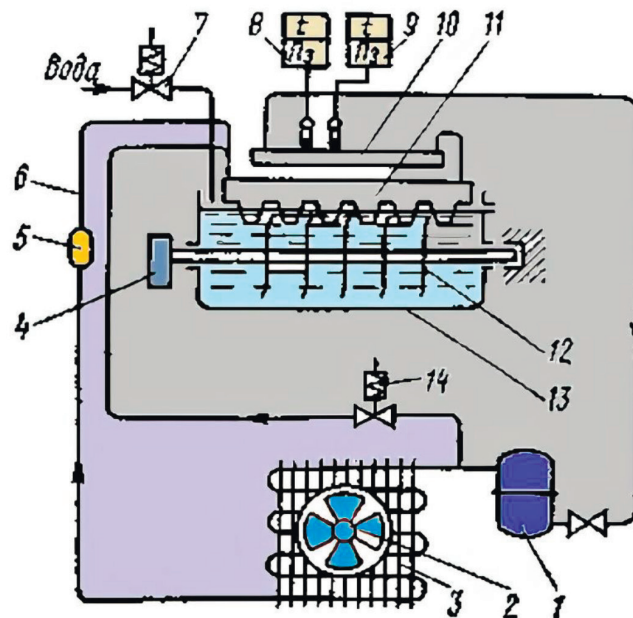


Рис. 6.37. Схема льодогенератора МЮ/50:

- 1 – компресор; 2 – вентилятор; 3 – конденсатор; 4 – електродвигун водозмішувача;
5 – фільтр-осушувач; 6 – капілярна трубка; 7, 14 – електромагнітні вентиля;
8, 9 – термореле; 10 – віддільник рідини; 11 – випарник; 12 – водозмішувач;
13 – ванна

Коли товщина крижаних конусів досягне такого розміру, що лопати, які перемішують воду, зачепляться за них, синхронний електродвигун водозмішувача повернеться разом із валом і натисне на мікроперемикач, що подасть сигнал про початок циклу відтавання. При цьому вимикається вентилятор конденсатора, відкривається електромагнітний вентиль води (7). Ванна заповнюється водою вище отвору рівня й опускається, натискаючи на мікроперемикач, що подає сигнал на включення електромагнітного вентиля гарячої пари холодоагенту (14). Крижані конуси падають у бункер, випарник нагрівається, й термореле (9) знову перемикає схему на режим охолодження. У бункері льодогенератора є ґрати. Коли бункер заповниться льодом, ґрати натискають на мікроперемикач, що відключає льодогенератор.

6.4.4. Основи розрахунку льодогенераторів

Під час розрахунку льодогенераторів визначають їхню продуктивність, тривалість заморожування, теплове навантаження на апарати.

Теплове навантаження Q_0 в кВт, складається із суми теплонадходжень:

$Q_0 = \sum Q = Q_{\text{л}} + Q_{\text{мт}} + Q_{\text{т}} + Q_{\text{н}}, \quad (6.1)$	
де	$Q_{\text{л}}$ – теплонадходження від води під час її охолодження та заморожування, а також під час зниження температури льоду до кінцевої температури, кВт; $Q_{\text{мт}}$ – теплонадходження від металоконструкцій льодогенератора після кожного циклу відтавання, кВт; $Q_{\text{т}}$ – теплонадходження від навколишнього середовища через ізольовану та неізольовану поверхні льодогенератора, поверхню бака для води та охолоджуючих труб, кВт; $Q_{\text{н}}$ – теплонадходження від насоса для подачі води з бака на охолоджувальні труби льодогенератора, кВт.

Теплонадходження від води під час її охолодження та заморожуванні $Q_{\text{л}}$, в кВт, визначаємо за формулою:

$Q_{\text{л}} = \frac{G'(4,19 \cdot t_{\omega} + 335,2 - 2,1 \cdot t_{\text{л}})}{\tau_{\text{лзаг}}} \cdot 10^3, \quad (6.2)$	
де	G' – дійсна продуктивність льодогенератора, т/добу; t_{ω} – температура води, К; $t_{\text{л}}$ – температура льоду, К; $\tau_{\text{лзаг}}$ – загальна тривалість роботи льодогенератора у режимі наморожування льоду, сек.

Дійсну продуктивність льодогенератора G' в т/добу, визначаємо за формулою:

$G' = G(1 + \gamma), \quad (6.3)$	
де	γ – частка льоду, що підтанув під час звільнення льодогенератора.

$y = \frac{D^2 - [2 \cdot (R \cdot \delta_{\Pi})]^2}{D^2 - d^2},$		(6.4)
де	δ_{Π} – товщина підталого льоду, м (приймаємо $\delta_{\Pi} = 0,00075$ м).	

Теплонадходження від металоконструкцій льодогенератора Q_{MT} , в кВт, визначаємо за формулою:

$Q_{\text{MT}} = \frac{G_{\text{MT}} \cdot c_{\text{MT}} (t_{\text{от}} - t_0)^2}{T_{\text{Лобщ}}}$		(6.5)
де	G_{MT} – маса металу, що опалюється під час відтавання льоду та охолоджується під час підготовки до заморожування льоду, кг; c_{MT} – питома теплоємність металу, кДж/(кг·К) [для сталі $c_{\text{MT}} = 0,461$ кДж/(кг·К)]; $t_{\text{от}}$ – температура, до якої нагріваються металоконструкції льодогенератора, °C ($t_{\text{от}} = 15^\circ\text{C}$).	

Масу металу G_{MT} в кг, визначаємо за формулою:

$G_{\text{MT}} = 1,1 \cdot (G_{\text{T}} + G_{\text{T.p.}} + G_{\text{ЗВ}}),$		(6.6)
де	$1,1$ – коефіцієнт, що враховує масу неврахованих елементів (патрубки, опори тощо); $G_{\text{T}}; G_{\text{T.p.}}; G_{\text{ЗВ}}$ – маса охолоджуючих труб, трубних решіток та обичайки, кг.	

Відповідно масу труб G_{T} , в кг, визначаємо за формулою:

$G_{\text{T}} = m \cdot n \cdot h,$		(6.7)
де	m – маса 1 погонного метра труби, кг/м; n – кількість труб; h – довжина труби, м.	

Масу обичайки $G_{зв}$, в кг, визначаємо за формулою:

$G_{зв} = \pi \cdot D_{зв} \cdot h \cdot \delta \cdot \rho_{ст} ,$		(6.8)
де	$D_{зв}$ – діаметр обичайки льодогенератора, м ($D_{зв} = 0,6$ м); δ – товщина обичайки, м ($\delta = 0,008$ м); $\rho_{ст}$ – густина сталі, кг/м ³ ($\rho_{ст} = 7500$ кг/м ³).	

Теплонадходження від навколишнього середовища через ізольовану та неізольовану поверхні льодогенератора, поверхню бака для води та охолоджуючих труб Q_{τ} , в кВт, враховуємо таким чином:

$Q_{\tau} = 0,1 \cdot Q_{л} ,$		(6.9)
--------------------------------	--	-------

Теплонадходження від насоса для подачі води з бака на охолоджувальні труби льодогенератора $Q_{н}$, в кВт, розраховуємо за формулою:

$Q_{н} = N_{дв} \cdot \eta_{н} \cdot \eta_{дв} ,$		(6.10)
де	$N_{дв}$ – потужність електродвигуна насоса, кВт ($N_{дв} = 2,8$ кВт); $\eta_{н}$ – КПД насоса ($\eta_{н} = 0,6$); $\eta_{дв}$ – КПД електродвигуна насоса ($\eta_{дв} = 0,85$).	

Після розрахунку суми теплонадходжень здійснюють підбір холодильного обладнання (випарників, компресорів, конденсаторів, насосів для води та ін.).

6.4.5. Фризери

Фризери – це пристрої для приготування морозива шляхом одночасного перемішування, насичення повітрям, заморожування попередньо підготовленої (із сухої) рідкої суміші й температурою на виході від -4°C до -8°C .

Фризери служать для вироблення м'якого морозива з рідкої суміші. У барах, кафе, ресторанах використовують фризери німецького виробництва EFLS-30.2.

Фризер має прямокутний корпус (рис. 6.38). У верхній частині корпусу на лицьовій стороні розташована панель управління, а в корпусі – блок приготування м'якого морозива двох сортів.

У нижній частині корпусу змонтовані холодильний агрегат з конденсатором повітряного охолодження; електродвигун приводу шнеків циліндрів і електроустаткування.

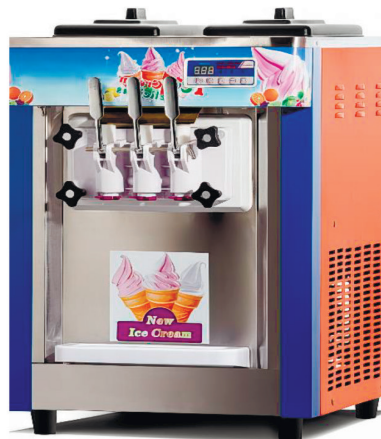
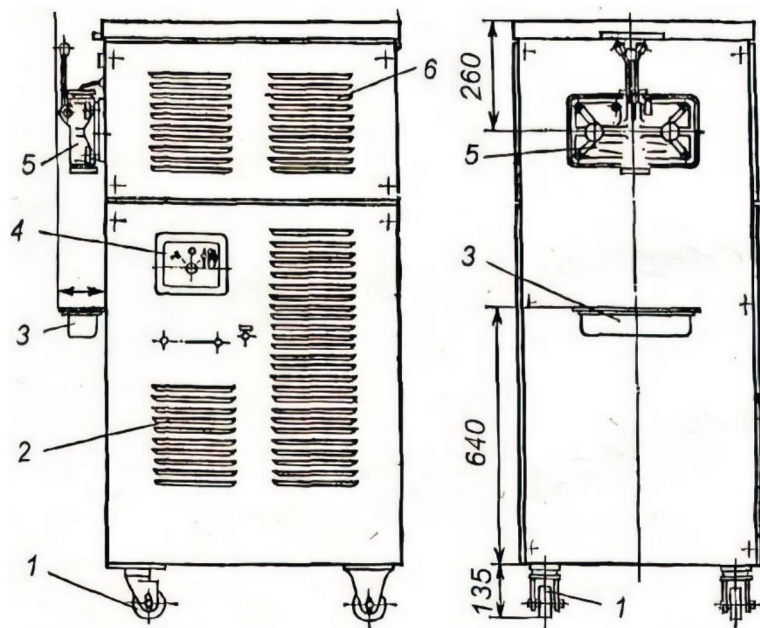


Рис. 6.38. Фризер EFLS-30.2

1 – колеса; 2 – машинне відділення; 3 – полиця; 4 – перемикач режимів;
5 – випускний пристрій; 6 – блок приготування морозива

У блоці приготування м'якого морозива розташовані паралельно два циліндри з приймальними бункерами і клапанами впуску (рис. 6.39).

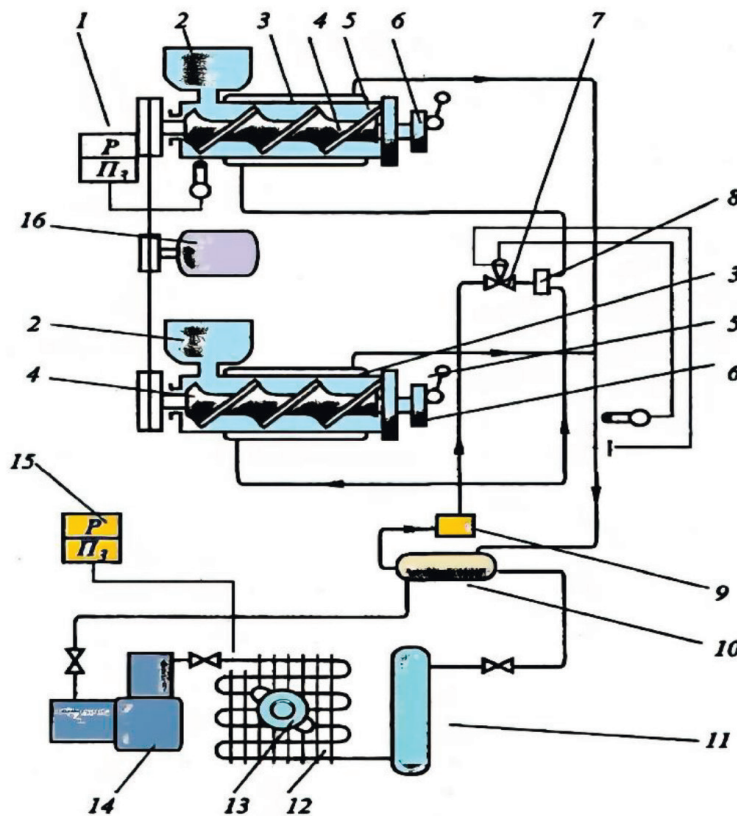


Рис. 6.39. Схема фризера EFLS-30.2

1 – термореле; 2 – бункер приймання рідкої суміші; 3 – випарники; 4 – шнеки; 5 – циліндри; 6 – випускні пристрої; 7 – терморегулювальний вентиль; 8 – розподільник рідкого хладагента; 9 – фільтр-осушувач; 10 – теплообмінник; 11 – ресивер; 12 – конденсатор; 13 – вентилятор; 14 – компресор; 15 – реле високого тиску; 16 – електродвигун привода шнека

Робочі циліндри і приймальні бункери фризера теплоізовані (використано пінополіуретан). Випарником фризера є простір між корпусом циліндра і зовнішньою обичайкою.

Принцип приготування м'якого морозива.

У приймальний бункер (2) заливають рідку суміш з температурою 12–18°C в кількості 10 л. Рівень заповнення – нижній край кришки впускання клапана (рис. 6.40).

Холодильний агент кипить у випарнику і за 8–9 хвилин температура кипіння холодоагенту досягає -23 – -26°C. Рідка суміш водночас охолоджується до температури -5°C. Шнек, обертаючись, збиває суміш і знімає морозиво з внутрішньої поверхні циліндра і переміщає у бік дозатора. Тривалість приготування морозива 10–15 хвилин. Морозиво відпускають за допомогою дозатора вручну.

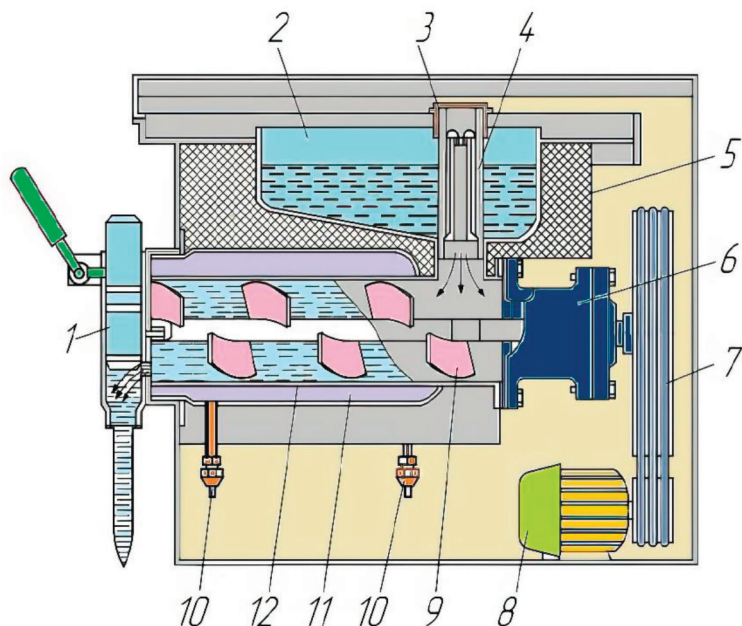


Рис. 6.40. Циліндр фризера EFLS-30.2 з приймальним бункером і клапаном впускання:

1 – пристрій випускний; 2 – бункер приймальний; 3 – кришка клапана впускання; 4 – клапан впускання; 5 – теплоізоляція; 6 – вузол приводу; 7 – клиноремінна передача приводу; 8 – електродвигун; 9 – шнек; 10 – штуцер для приєднання трубопроводу холодоагенту; 11 – випарник; 12 – циліндр

Поршень у випускному пристрої (1) розділений на дві частини, кожна з яких може переміщатися за допомогою окремого важеля незалежно один від одного. Така конструкція дозволяє відпускати морозиво з кожного циліндра, одержуючи суміш морозива двох сортів.

Електричною схемою фризера передбачені такі режими роботи, що задаються перемикачем режимів.

У положенні «Вимкнено» фризер знеструмлений, сигнальна лампа не горить.

У положенні «Заморожування» працюють електродвигун компресора, електродвигун вентилятора обдуву конденсатора і електродвигун шнеків циліндрів.

6.4.6. Охолоджувачі напоїв

Охолоджувачі напоїв використовуються для охолодження і підтримання в охолодженому стані соків, напоїв.

Складаються з машинного відділення, яке знаходиться в нижній частині апарата, і охолоджувального об'єма, де розміщено випарник холодильної машини (рис. 41). Розрізняють охолоджувачі з одним або декількома посудинами для напоїв.



Передбачені два режими роботи охолоджувачів:

- з охолодженням напою до $0 - +2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- з охолодженням напою до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ і насиченням його кришталіками льоду.

Охолоджувач напоїв типу ОН-30-2 (рис. 6.41.) складається з прозорих ємкостей (ОН-30-2 – дві ємкості по 15л; ОН-30-3 – три ємкості, одна на 15 л і дві по 7,5 л) із знімними кришками для різних напоїв, кранів для їх видачі, машинного відділення і підставки для склянок (краплезбірника).

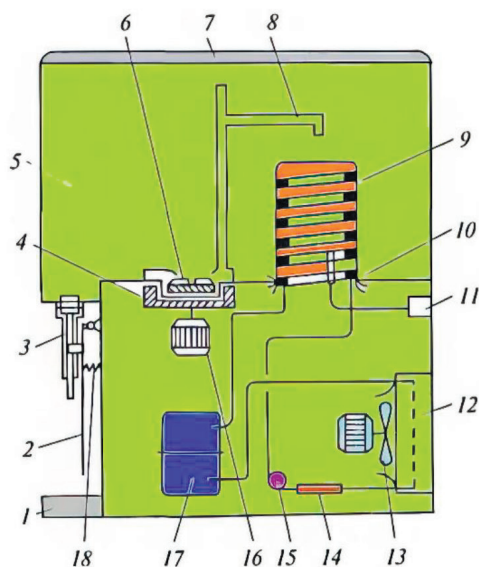


Рис. 6.41. Схема охолоджувача напоїв ОН-30-2:

- 1 – краплезбірник; 2 – важіль крана; 3 – трубка видачі напою; 4 – магнітна муфта; 5 – ємкість;
6 – відцентровий насос; 7 – кришка ємкості; 8 – трубка подачі напою; 9 – випарник; 10 – манжета;
11 – реле температури; 12 – конденсатор холодильної машини; 13 – вентилятор; 14 – фільтр-осушувач;
15 – капілярна трубка; 16 – електродвигун насоса; 17 – компресор; 18 – пружина

Принцип дії. За допомогою відцентрового насоса (6), розташованого в нижній частині ємкості (5), напієй нагнітається в прозору пластмасову трубку (8), з неї зростає циліндр випарника (9), виготовлений з корозійностійкої сталі, і охолоджується. Для приводу насоса служить електродвигун (6) з електромагнітною муфтою (4). Нижній диск магнітної муфти закріплений на валу електродвигуна, а верхній є частиною робочого колеса відцентрового насоса. Диски магнітної муфти розділені перегородкою ємкості для соку. Під час роботи електродвигуна, який включається вручну натисненням на клавішу, розташовану на панелі машинного відділення, магнітне поле нижнього диска, що обертається, приводить у рух верхній диск магнітної муфти і насос переміщує напієй. Верхній відкритий кінець трубки (8) служить для відведення піни, що виникає під час циркуляції напою. Зазор між циліндром випарника і отвором в ємкості ущільнений манжетою (7) з харчової гуми. У нижній частині ємкості є другий отвір, в який уставлена гумова трубка (3), причому перетин трубки перетиснений важелем крана за допомогою пружини. Коли склянку натискають на важіль, він стискає пружину (18), звільняючи трубку крана. Через трубку крана напієй заповнює склянку.

Охолоджувач соків та інших напоїв активаторного типу (рис. 6.42) складається з 3 прозорих ємкостей, кожна з яких має місткість 5 л із знімними кришками для різних соків, кранів для видачі соків, машинного відділення і підставки для склянок.

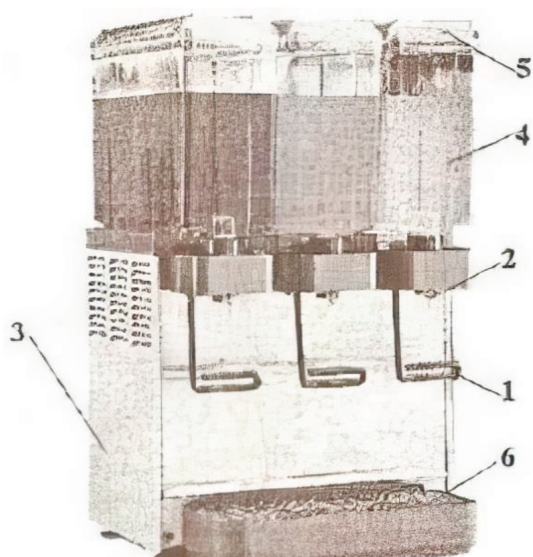


Рис. 6.42. Охолоджувач соків активаторного типу:

1 – важіль крана для видачі соку; 2 – трубка зливу соку; 3 – машинне відділення;
4 – ємкості для соку; 5 – кришка ємкості; 6 – підставка для склянок

Аналогом охолоджувачів напоїв є *гранітори* (рис. 6.43.), які призначені для заморожування рідини до консистенції «талого снігу». Технологічний процес здійснюється в ємності, в якій горизонтально встановлений випарник холодильної машини. Продукція граніторів має температуру $-2 - -4^{\circ}\text{C}$ і виготовляється з натуральних соків, концентратів, сиропів. На цих апаратах можна приготувати базову суміш для молочних коктейлів. Гранітор може також використовуватися як охолоджувач соків.



Рис. 6.43. Охолоджувач напоїв



Рис. 6.44. Гранітор

Лідерство на ринку охолоджувачів утримують італійські виробники. В їх асортименті є як моделі фонтанного типу так і активаторного, що мають захист від перепадів напруги і незалежне регулювання температури в кожній ємкості.

6.5. Холодильні агрегати торгово-побутового обладнання

Окремі елементи холодильної установки (компресори, теплообмінні апарати, прилади керування тощо) часто доцільно об'єднати в один пристрій. Таке конструктивне об'єднання окремих елементів холодильного обладнання називають агрегатом. Агрегатування забезпечує компактність машини, зменшення довжини сполучних трубопроводів під час якісного (заводського) з'єднання, зручність обслуговування. Істотно зменшується обсяг монтажних робіт на місці установки машини, оскільки найскладніші і відповідальніші операції виконуються на заводах. Там же в більшості випадків роблять продування агрегатів, видалення з них повітря і заповнення холодоагентом і маслом. У машинах малої і середньої продуктивності в основному використовують компресорно-конденсаторні агрегати, що складаються з компресора з відповідною арматурою і приводом, конденсатора, допоміжних апаратів, приладів автоматики та контрольно-вимірювальних приладів, зібраних на загальній рамі.

Герметичні холодильні агрегати випускають на базі герметичних поршневих компресорів з три- і однофазними електродвигунами, ротаційних компресорів і спіральних компресорів холодопродуктивністю від 0,5 до – 100 кВт.



Залежно від температури кипіння розрізняють агрегати:

- *низькотемпературні* – для температур кипіння $40 - -15^{\circ}\text{C}$ на холодоагентах R134a, R404;
- *середньотемпературні* – для температур кипіння $-15 - 0^{\circ}\text{C}$;
- *високотемпературні (плюсові)* – для температур кипіння $0 - 10^{\circ}\text{C}$.

Компресорно-конденсаторні агрегати фірми Danfoss (Данія) холодопродуктивністю від 1,7 до 22,7 кВт, призначені для роботи на холодоагентах R134a, R404A і R507 у середньо- і низькотемпературному діапазоні. Герметичні компресори агрегатів обладнані оглядовим склом, нагнітальними клапанами, вбудованим захистом за тиском, температурою та силою струму, а також підігрівниками картера (35 Вт). У комплект агрегатів входять високоефективний конденсатор повітряного охолодження з двома вентиляторами, ресивер для рідини, розрахований на максимальний робочий тиск 3,3 МПа, з увареним відсічним клапаном, реле високого і низького тисків з автоматичним перенастроюванням і сигналізацією. Всі комплектуючі мають епоксидне покриття і закріплені посиленою рамою. Компресорно-конденсаторні агрегати фірми Copeland (Німеччина) на базі спіральних компресорів призначені для роботи на холодоагентах R134a, R404A, R507 у високо-, середньо- і низькотемпературних діапазонах від +7 до -30°C (рис. 6.45). До складу агрегату входять спіральний компресор з оглядовим склом, підігрівачем картера і вентилями, конденсатор повітряного охолодження з вентилятором обдування, ресивер з рідинним вентилям, реле високого і низького тисків і блок управління з електронним регулятором швидкості обертання вентилятора.

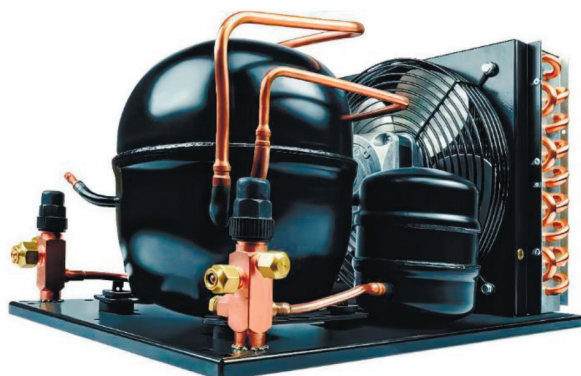


Рис. 6.45. Компресорно-конденсаторний агрегат Danfoss (Данія)



Легкі промислові компресорно-конденсаторні установки Optima™

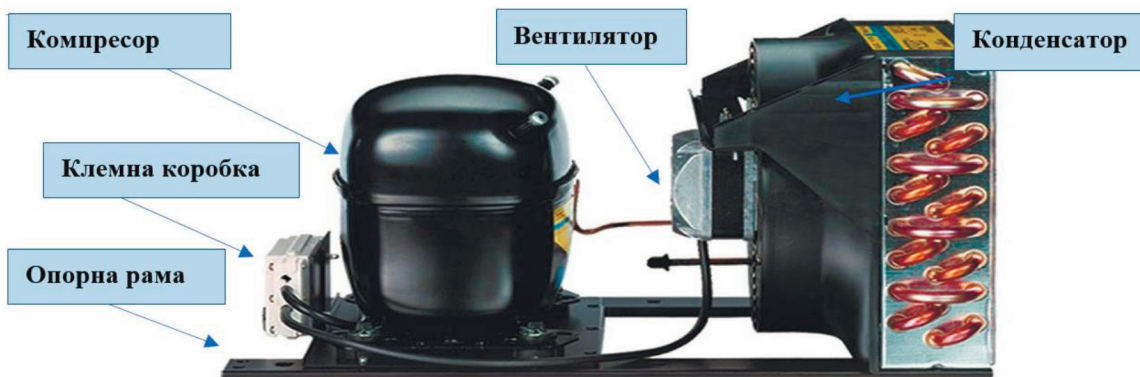


Рис. 6.46. Схема компресорно-конденсаторного агрегату

Багатокомпресорні холодильні агрегати на базі герметичних поршневих компресорів фірми Danfoss (Данія) серії AM, призначені для оснащення холодильних камер, складів зберігання охолоджених і заморожених продуктів, систем холодопостачання торгових підприємств, камер швидкого охолодження або заморожування, а також для забезпечення технологічних процесів і промислового кондиціонування. Параметричний ряд агрегатів складається з середньотемпературних моделей, що використовують холодоагент R134a, і низькотемпературних моделей, що використовують холодоагент R404. Середньотемпературні агрегати охоплюють діапазон холодопродуктивності від до 168 кВт, низькотемпературні агрегати – від 2,5 до 50 кВт.



Рис. 6.47. Загальний вигляд багатокомпресорного холодильного агрегату



До складу багатокомпресорного холодильного агрегату входять такі обладнання та пристрої:

- герметичні поршневі компресори, оснащені запірними вентилями на всмоктуванні і нагнітанні, оглядовими стеклами, а також саморегульованими картерними підігрівниками;
- нагнітальна лінія в складі: зворотного клапана для кожного компресора, нагнітального колектору, запірного вентиля на виході з агрегату, двох пресостатів високого тиску для управління вентилятором повітряного конденсатора;
- система відділення і повернення оливи в компресори в складі: оливорозподільника, пояскового нагрівача оливодиільника, трубопроводу повернення оливи з оглядовим склом і запірним вентилям, лінії вирівнювання рівня оливи і тиску в картерах компресорів з запірним вентилям на кожен компресор.

Агрегат холодильний багатокомпресорний холодопродуктивністю 16,11 кВт (R404A) на базі спіральних компресорів Danfoss – низькотемпературне виконання (рис. 6.48), призначений для використання в системах холодопостачання загальнопромислового призначення, холодильних складах та камерах, скороморозильних апаратах, у системах промислового та технологічного кондиціонування повітря.

Агрегати постачаються у виконанні, що дозволяє максимально скоротити час монтажу та пусконаладження на об'єкті, а також спростити подальше сервісне обслуговування та безперебійну експлуатацію. Усі компоненти агрегатів змонтовані на загальній рамі.



Рис. 6.48. Агрегат холодильний багатокомпресорний на базі спіральних компресорів Danfoss

Агрегати з безсальниковими (напівгерметичними) компресорами фірми Copeland (Німеччина), призначені для роботи на холодоагентах R134a, R404A або R507 (рис. 6.49). На агрегати встановлюють компресори моделей DK і DL з повітряним охолодженням електродвигуна або компресори DISCUS з охолодженням електродвигуна всмоктуваним холодоагентом.



Рис. 6.49. Агрегат з напівгерметичним компресором фірми Copeland (Німеччина)



Стандартна комплектація агрегату включає:

- реле високого і низького тисків з автоматичним поверненням у початкове положення;
- диференційний датчик тиску оливи;
- компресори:
 - електродвигун (повністю захищений вбудованим терморезистором, пристрій захисту від перевантаження знаходиться в приєднувальній коробці; однофазні електродвигуни забезпечені пристроями захисту від теплового перевантаження);
 - насувальний і всмоктувальний вентилялі, з'єднані з реле тиску (є показчик рівня оливи і оливний фільтр);
 - внутрішній запобіжний клапан для 4- і 6-циліндрових компресорів (задане значення 3 + 0,3 МПа);
- вібропоглиначі і гнучкі нагнітальні компенсатори;
- ресивер з вентиляем і перехідником для запобіжного клапана;
- конденсатор повітряного охолодження з мідних трубок з алюмінієвими ребрами в кожусі зі сталевих листів з вентиляторним відбивачем; вентилятори обдуву конденсатора.

Компресорно-ресиверні холодильні агрегати на базі напівгерметичних компресорів фірми Bitzer (рис. 6.50), що використовують холодоагент R404A, охоплюють діапазон холодопродуктивності від 0,5 до 185 кВт.

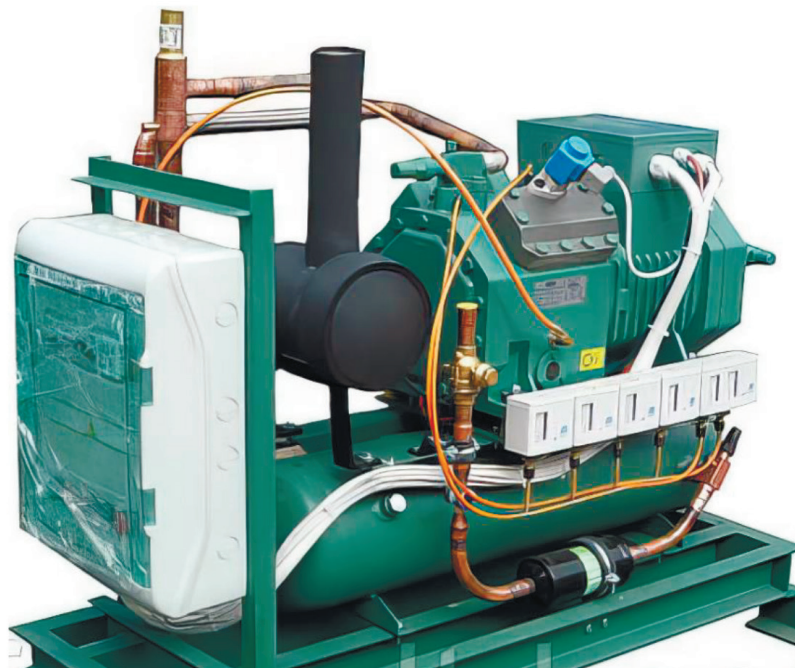


Рис. 6.50. Загальний вигляд компресорно-ресиверного агрегату на базі напівгерметичного компресора фірми Bitzer (Німеччина)



До складу компресорно-ресиверного холодильного агрегату входять:

- *напівгерметичний (безсальниковий) компресор, оснащений запірними вентилями на всмоктуванні і нагнітанні, реле контролю мастила, а також картерів підігрівачем;*
- *лінія нагнітання в складі: фільтр-осушувач, оглядове скло, запірний вентиль, з'єднувальні трубопроводи та сервісні штуцера;*
- *лінія всмоктування в складі: фільтр-очищувач, вібропоглинач, з'єднувальні трубопроводи, теплоізоляція;*
- *пресостати високого і низького тиску;*
- *пиловологозахищена шафа управління агрегатом.*

Блокові холодильні машини. Однією з основних тенденцій у сучасному холодильному машинобудуванні є розробка і впровадження агрегованих машин у вигляді одного або декількох (частіше двох) блоків: моноблоків, біблочних агрегатів і спліт-систем.

Моноблочні агрегати призначені для настінного або стельового монтажу. Водночас частину блоку, що включає компресор, конденсатор і електронний блок управління, монтують на зовнішній стороні холодильної камери, а повітроохолоджувач поміщають всередину камери. Монтаж холодильного агрегату зводиться до врізки його в стінку або стелю камери, установці трубопроводу для зливу талої води та підключення до системи електропостачання.

До складу стандартної комплектації устаткування агрегату, крім компресора, конденсатора і випарника, входять капілярна трубка як регулятор потоку холодоагенту, фільтр-осушувач, вентилятори обдування конденсатора і випарника, соленоїдний вентиль відтавання і мікропроцесорний блок управління роботою агрегату. Агрегати з трифазною напругою оснащені пресостатом високого тиску. У низькотемпературних агрегатах встановлюють обігрівач зливу талої води. Відтавання випарника в середньо- і низькотемпературних агрегатах відбувається за рахунок перепуску гарячих парів холодоагенту з компресора в випарник.



Рис. 6.51. Загальний вигляд моноблочних машин

Моноблочна машина фірми Technoblock (Італія) – це герметичний холодильний агрегат з повітряним конденсатором, призначений для камер малої і середньої ємності (рис. 6.47). Агрегат включає в себе всі елементи холодильної машини, з'єднані трубопроводами.



Питання для самоконтролю

1. Призначення та класифікація збірних холодильних камер.
2. Порядок складання збірних холодильних камер.
3. Призначення та класифікація холодильних шаф.
4. Призначення та класифікація холодильних вітрин.
5. Призначення та класифікація холодильних гірок, скринь.
6. Яке призначення та класифікація льодогенераторів?
7. Які є види льоду, що виготовляються за допомогою льодогенераторів?
8. Який принцип роботи льодогенераторів?
9. Які основні чинники впливають на продуктивність льодогенератора «Торос-2»?
10. Яким чином відбувається процес заморожування та знімання льоду в льодогенераторах марки АСМ-120-6А фірми «Фрімонт»?
11. Наведіть елементи вузла наморозування льоду льодогенератора марки МЮ /50.
12. Призначення, будова та принцип роботи фризера EFLS-30.2.
13. Призначення, будова та принцип роботи охолоджувача напоїв ОН-30-2.
14. Класифікація компресорно-конденсаторних агрегатів.
15. Стандартна комплектація агрегату з напівгерметичними компресорами фірми Copeland.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Холодильні установки : підручник / І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Лар'яновський [та ін.]; за ред. І.Г.Чумака. – 6-е вид., перероб. та доп. – Одеса : Пальміра, 2006. – 552 с.
2. Черевко О.І. Обладнання підприємств сфери торгівлі : навч. посіб. / О.І. Черевко, О.В. Новікова, В.О. Потапов – Київ : Ліра-К, 2010. – 648 с.
3. Семенюк Д.П. Технологічне холодильне обладнання : навч. посіб. у 2 ч.– Ч. 2 /Д.П. Семенюк, О.В. Петренко. – Харків : ХДУХТ, 2019. – 308 с.
4. Семенюк Д.П. Холодильне обладнання [Електронний ресурс] : підручник / Д.П. Семенюк, О.В. Петренко. – Електрон. дані. – Харків : ХДУХТ, 2017. 1 електрон. опт. диск (CD-ROM).
5. Тітлов О.С., Горикін С.Ф. Холодильне обладнання підприємств харчової промисловості. – Львів : Новий світ-2000, 2011. – 287 с.
6. Конвісер І.О., Паригіна Т.Б. Холодильна технологія харчових продуктів: навч. посіб. – Київ : НТЕУ, 2001. – 242 с.
7. Подпрятков Г.І., Цвіговський Г.К., Таргоня В.С., Лешишак О.В., Драгнєв С.В. Способи та технічне забезпечення зберігання плодовоовочевої продукції: навч.посіб. – Київ : Компрінт, 2015. – 199 с.
8. Журнал: Холодильна техніка та технологія, 2015–2021 рр.

Навчальне видання

**Микола ГРОХОЛЬСЬКИЙ, Тетяна СУСЛЯК,
Людмила БРИГАДИР, Олег БАДІН,
Максим МИДЛОВЕЦЬ, Сергій ШИШКО**

ХОЛОДИЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

Навчальний посібник

Українською мовою

Відповідальний за випуск *Ю. Борхаленко*

Редактор *Н. Салмай*

Комп'ютерна верстка *О. Давиденко*

Умов друк. арк. 11,7
Науково-методичний центр ВФПО
вул. Смілянська, 11, м. Київ
тел. 242-35-68

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 1310